



УКРАЇНА

(19) **UA**(11) **111209**(13) **C2**

(51) МПК

B01J 19/08 (2006.01)**C01B 3/24** (2006.01)**C10G 15/12** (2006.01)**C10L 3/10** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

(21) Номер заявки:	а 2014 00418	(72) Винахідник(и):	Марковц Георг (DE), Ланг Йюрген Ервін (DE), Шютте Рюдігер (DE)
(22) Дата подання заявки:	24.05.2012	(73) Власник(и):	ЕВОНІК ДЕГУССА ГМБХ, Rellinghauser Strasse 1-11, 45128 Essen, Germany (DE)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	11.04.2016	(74) Представник:	Петров Андрій Володимирович, реєстр. №139
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	10 2011 077 788.1	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	US 2004157940 A1, 12.08.2004 EP 2169035 A1, 31.03.2010 Teil 3: Wasserstoff-Speicher. ENERGIE Perspektiven, 01.01.2008
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	20.06.2011		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	DE		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.04.2014, Бюл.№ 8		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	11.04.2016, Бюл.№ 7		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	РСТ/EP2012/059698, 24.05.2012		

(54) СПОСІБ МОДИФІКУВАННЯ МЕТАНВІСНОГО ГАЗОВОГО ПОТОКУ**(57) Реферат:**

У заявці описаний спосіб модифікування метанвмісного газового потоку, що полягає в тому, що I) від метанвмісного газового потоку відбирають частковий потік, II) частковий потік обробляють електрично генерованою плазмою з утворенням газу модифікованого складу з меншим відносним вмістом у ньому метану, ніж в метанвмісному газовому потоці, і III) газ модифікованого складу повертають у метанвмісний газовий потік. Подібний спосіб дозволяє акумулювати надлишкову електроенергію в газовій мережі.

UA 111209 C2

Даний винахід належить до способу модифікування метанвмісного (об'ємного) газового потоку.

Використання поновлюваних енергоресурсів (ВЕ) із підданим коливанням і лише неефективно керованим характером виробництва енергії пред'являє постійно зростаючі вимоги до енергетичних інфраструктур. Поряд з розвитком енергосистем і пошуку підходів до управління розподілом навантаження потрібне забезпечення прийнятними акумулюючими потужностями. При цьому розглядаються високодинамічні накопичувачі для стабілізації електромереж, а також різні технології з розміщення значних надлишків, що утворюються при використанні ВЕ. В останньому випадку в даний час поряд з такими, які знайшли широке поширення на практиці гідроакumuлюючими електростанціями приймаються до уваги і знаходяться на стадії науково-дослідних і дослідно-конструкторських розробок насамперед пневмоакumuлюючі електростанції і технології хімічного акумулювання енергії у вигляді водню. У разі водню поряд з потребою суттєвого скорочення капітальних витрат на компоненти та підвищення ефективності на стадіях хімічного перетворення існує необхідність у створенні прийнятної інфраструктури для зберігання, розподілу та використання водню.

Раніше були запропоновані численні підходи щодо створення інфраструктури водневої енергетики ("водневої інфраструктури"). При цьому слід особливо виділити підходи, при яких водень зберігається, транспортується і використовується окремо. Негативним фактором у даному випадку є значні витрати на створення і впровадження окремої інфраструктури. Про наявність істотних перешкод при створенні та впровадженні такої інфраструктури в тому випадку, коли подібні концепції засновані на забезпеченні повсюдної доступності цього енергоносія, свідчить насамперед приклад з працюючими на водні транспортними засобами. Часто бажане використання централізованих природних сховищ, утворених порожнинами в гірських породах, для зберігання водню також є через високі початкові капіталовкладення істотною вихідною перешкодою. Важливе значення має і той фактор, що споживачам було б потрібно встановлювати нову апаратуру.

Цілком логічно, що багато робіт було присвячено використанню існуючої газової інфраструктури для зберігання та транспорту отриманого регенеративним шляхом водню. У рамках підтримуваного Європейським Союзом проекту NaturalHy досліджувалася і була підтверджена технічна і насамперед така, яка задовольняє вимогам техніки безпеки здійсненність ідеї з закачування водню в газопроводи, по яких транспортується природний газ. Однак підвищений і насамперед схильний до коливань відносний вміст водню в природному газі призводить до виникнення проблем при роботі кінцевих пристроїв, оскільки багато з них допускають зміну так званого числа Воббе лише у вузьких межах, розширення яких призвело б до необхідності дорогого дообладнання кінцевих пристроїв. Число Воббе для пального газу, відповідно газоподібного палива розраховується згідно стандарту DIN 51857 на підставі теплоти згорання газу і його відносної щільності і описує теплову потужність, досягнути при згорянні газу в пальнику. У Нідерландах, наприклад, число Воббе повинно підтримуватися на рівні близько 1 МДж/м³. Однак додавання водню призводить вже при низькому його відносному вмісті близько 5 об. % до виходу числа Воббе за допустимі межі. Тому безпосереднє закачування водню в звичайні газові мережі, використовувані, наприклад, для розподілу природного газу, можливе лише в малих обсягах.

Альтернативна можливість щодо раціонального використання електроенергії, що утворюється в підвищених кількостях при її отриманні з використанням ВЕ, полягає у перетворенні водню і монооксиду вуглецю, відповідно діоксиду вуглецю в метан, в подальшому званому також метанізація. У цьому випадку принципово не існує ніяких обмежень на кількість подводимого потоку. З іншого боку, необхідно враховувати, що метанізація додатково до виробництва власне водню вимагає істотних витрат на апаратне оформлення і тягне за собою додаткові втрати енергії. Так, зокрема, метанізація відбувається в газовій фазі при температурі приблизно від 200 до 300° С під надлишковим тиском. Така реакція обмежена у своїй рівновазі, у зв'язку з чим потрібна більш-менш ретельна переробка технологічних газів та їх рециркуляція (повернення в цикл). Крім цього подібна реакція носить високоекзотермічний характер. Теплота реакції, насамперед на більш великих установках, зазвичай не може використовуватися (утилізуватися) зовсім або може використовуватися лише частково. З цієї причини і без того вже низький к.к.д. додатково знижується у всьому ланцюжку перетворення енергії.

Виходячи з розглянутого вище рівня техніки, в основу даного винаходу була покладена задача розробити технічно удосконалений спосіб застосування, перш за все накопичення або раціонального використання, електричної енергії, який не мав би недоліків традиційних способів.

Пропонований у винаході спосіб повинен забезпечувати переклад електричної енергії, перш за все надмірної відновлюваної енергії, придатним для цього шляхом в акумульовану форму.

Завдання цього винаходу полягала насамперед у пошуку шляхів щодо зниження апаратних і експлуатаційних витрат на акумулювання (накопичення), транспорт і використання отриманого краще регенеративним шляхом водню в порівнянні з рівнем техніки.

Подібний спосіб повинен далі допускати можливість його масштабованої реалізації з тим, щоб для акумулювання водню можна було б використовувати порівняно невеликі установки, які можуть також мати модульну конструкцію. Крім цього повинна забезпечуватися можливість децентралізованої роботи таких установок.

Подібний спосіб повинен, крім того, мати максимально високий к.к.д. Пропонований у винаході спосіб повинен далі допускати можливість його здійснення з використанням традиційних і повсюдно наявних інфраструктур.

Крім цього пропонований у винаході спосіб повинен забезпечувати можливість надання в розпорядження цінних хімікалій, що утворюються в якості додаткових побічних продуктів при його здійсненні.

Такий спосіб повинен далі забезпечувати можливість його максимально простого та економічно ефективного здійснення.

Подібний спосіб повинен, крім того, забезпечувати можливість його здійснення з мінімально можливою кількістю стадій, які при цьому повинні бути простими і відтворюваними.

Реалізація подібного способу не повинна бути далі пов'язана зі створенням загрози довкіллю або здоров'ю людей, і тому повинна забезпечуватися можливість в основному відмовитися від застосування шкідливих для здоров'я речовин або сполук, використання яких могло б бути пов'язане з нанесенням шкоди навколишньому середовищу.

Крім цього подібний спосіб повинен допускати можливість його застосування незалежно від фактичної якості природного газу.

Ці завдання, а також інші завдання, які хоч і не вказані вище в явному вигляді, але з усією очевидністю впливають або безпосередньо впливають з розглянутих на початку даного опису аспектів, вирішуються за допомогою способу, при здійсненні якого частковий потік, який відбирається від метанвмісного газового потоку, обробляють плазмою, перетворюючи таким шляхом частину метану в водень і вищі вуглеводні й одержуючи оброблений частковий потік, теплотворна здатність якого вище, ніж у метанвмісного газового потоку.

Об'єктом даного винаходу є відповідно до цього спосіб модифікування метанвмісного газового потоку, що полягає в тому, що

I) від метанвмісного газового (об'ємного) потоку відбирають частковий (об'ємний) потік,
II) частковий потік обробляють електрично генерованою плазмою з утворенням газу модифікованого складу з меншим відносним вмістом у ньому метану, ніж в метанвмісному газовому потоці, і

III) газ модифікованого складу повертають у метанвмісний газовий потік.

Завдяки цьому вдалося несподіваним і не передбачуваним шляхом розробити спосіб розглянутого вище типу, який має особливо хороше поєднання властивостей і який перш за все не має недоліків, властивих традиційним способам.

Під метанвмісним газовим потоком відповідно до даного винаходу мається на увазі газовий потік, який поряд з метаном може також містити інші газоподібні сполуки. Вживаний метанвмісний газовий потік в кращому варіанті містить метан у відносній кількості щонайменше 50 об. %, особливо краще щонайменше 60 об. %, насамперед щонайменше 80 об. %. У кращому варіанті метанвмісний газовий потік являє собою природний газ, міський (або побутовий) газ або біогаз, особливо краще природний газ. В особливо кращому варіанті метанвмісний газовий потік являє собою природний газ, потік якого рухається по магістральному або розподільному газопроводу.

При здійсненні пропонованого у винаході способу в кращому варіанті від метанвмісного газового потоку відбирають у вигляді часткового потоку максимум 80 %, особливо краще максимум 60 %, насамперед максимум 40 %.

Відбирається частковий потік, який можна перед його обробкою плазмою направляти на зберігання, направляти на акумулювання, насамперед проміжне акумулювання, перенаправляти та / або піддавати попередній обробці.

Відбирається частковий потік, який при здійсненні пропонованого у винаході способу обробляють електрично генерованою плазмою. Терміном "електрично генерована плазма" згідно винаходу називають електрично або електромагнітно порушуваний газовий розряд. Електрично генерована плазма може являти собою тліючий розряд, що відбувається на значній відстані від стану термодинамічної рівноваги (нерівноважна плазма з високою електронною

температурою), або газовий розряд, що відбувається ближче до стану термодинамічної рівноваги (квазіізотермічна плазма). Методи генерування плазми відомі фахівцям з публікації Rutscher / Deutsch: Plasmatechnik-Grundlagen und Anwendungen-Eine Einführung, ліцензійне видання вид-ва Carl Hanser Verlag München Wien, вид-во VEB Fachbuchverlag Leipzig, 1984, глава 1.2 "Erzeugung des Plasmazustandes", сс. 46-58.

Обробку плазмою в принципі можна проводити при будь-якому тиску. Для обробки плазмою тиск відібраного часткового потоку можна знижувати. Однак при здійсненні пропонованого у винаході способу обробку плазмою краще проводити при тиску, який лише незначно відрізняється від тиску метанвмісного газового потоку, завдяки чому відсутня необхідність в дорогому узгодженні тиску або в стиску обробленого часткового потоку для його повернення в метанвмісний газовий потік.

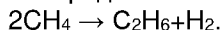
У кращому варіанті плазму генерують шляхом порушення діелектричного бар'єрного розряду. Пристрої для порушення діелектричного бар'єрного розряду в газовому потоці відомі фахівцям і є у продажу, наприклад, для отримання озону з (молекулярного) кисню. Збудження діелектричного бар'єрного розряду в метані з утворенням етану описано в Beitr. Plasmaphys., 23, 1983, сс. 181-191. Обробку плазмою, генерованою шляхом порушення діелектричного бар'єрного розряду, краще проводити при тиску нижче 50 бар, особливо краще нижче 10 бар, насамперед нижче 1,2 бара. Діелектричний бар'єрний розряд можна порушувати додатком змінної напруги низької частоти, наприклад, напруги мережевої частоти в 50 Гц. Для підвищення продуктивності можна працювати при більш високих частотах аж до 100 ГГц. У кращому варіанті працюють при частотах у прийнятих в техніці діапазонах близько 13 МГц, 900 МГц або 2,4 ГГц. Геометрію діелектричного бар'єрного розряду і робочі умови її порушення краще вибирати такими, щоб добуток ширини що утворює газовий простір зазору між електродами на тиск газу становив від $0,75 \times 10^{-3}$ до $7,5 \times 10^3$ мм·бар.

В альтернативному кращому варіанті плазму генерують шляхом порушення дугового розряду. Пристрої для порушення або створення дугового розряду в газовому потоці відомі фахівцям за способами одержання ацетилену і описані в Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5-е вид., Т. А1, сс. 115-116, і т. А20, сс. 428-434. Дуговий розряд можна порушувати постійним струмом або змінним струмом. При здійсненні пропонованого у винаході способу дугу, що утворилася в результаті газового розряду, в кращому варіанті обдувають щонайменше частиною часткового потоку. При здійсненні пропонованого у винаході способу швидкість часткового потоку і кількість підводиться до нього за допомогою дугового розряду енергії краще вибирати такими, щоб віднесена до маси кількість енергії, що підводиться була істотно нижче, ніж при отриманні ацетилену відомими способами. В одному з кращих варіантів частину часткового потоку пропускають крізь дуговий розряд і утворений при цьому гарячий газ відразу ж після цього хімічно і термічно різко охолоджують шляхом змішування з рештою частини часткового потоку. У ще одному кращому варіанті порушенням дугового розряду в потоці водню генерують плазму і частковий потік обробляють генерованою таким шляхом плазмою. Для утворення дугового розряду в потоці водню краще використовувати плазмовий пальник і направляти струм генерованої таким пальником водневої плазми в частковий потік.

У ще одному кращому варіанті замість дугового розряду плазму можна також генерувати шляхом утворення іскрового розряду, радіочастотного розряду або високочастотного розряду, наприклад, мікрохвильового розряду.

Частковий потік можна також багаторазово обробляти електрично генерованою плазмою, при цьому можна також комбінувати між собою діелектричні бар'єрні розряди, дугові розряди, іскрові розряди, радіочастотні розряди і високочастотні розряди.

При обробці плазмою відбувається перетворення метану у вищі вуглеводні і водень, насамперед етан і водень у відповідності з наступним рівнянням реакції:



Тому газ модифікованого в результаті обробки плазмою складу в кращому варіанті містить водень і етан в більшій кількості, ніж частковий потік, відібраний від метанвмісного газового потоку. Поряд з етаном можуть також бути присутні такі вищі вуглеводні, як пропан і бутан. Залежно від технологічних умов обробки часткового потоку плазмою додатково можливо також, насамперед при підведенні енергії в більшій кількості і при високій температурі плазми, утворення ненасичених вуглеводнів, таких як етен, пропен і ацетилен, а також сажі. Тому газ модифікованого в результаті обробки плазмою складу в особливо кращому варіанті містить також пропан, етен та / або пропен в більшій кількості, ніж частковий потік, відібраний від метанвмісного газового потоку. У тому випадку, коли метанвмісний газовий потік містить кисень, воду або діоксид вуглецю, газ модифікованого в результаті обробки плазмою складу може, крім того, містити монооксид вуглецю в підвищеній відносній кількості.

Електричну енергію, що використовується для генерування плазми, можна динамічно узгоджувати відповідно з її фактичною наявністю або кількістю. У кращому варіанті електрична енергія являє собою надлишкову електроенергію, яка в особливо кращому варіанті отримана з використанням поновлюваних енергоресурсів. Пропонований у винаході спосіб дозволяє

5 раціонально накопичувати надлишок електроенергії, яка з причини обмежень, накладених на здатність навантаження електромережі, або з причини занадто низькою потреби в електроенергії під час її подачі не може подаватися в електромережу, у вигляді хімічної енергії. У кращому варіанті пропонується у винаході обробка плазмою є регульованою, при цьому регулювання може здійснюватися насамперед в залежності від фактичної наявності або

10 кількості електроенергії.

Залежно від наявної кількості енергії та обсягу відібраного часткового потоку складу модифікованого газу може істотно варіюватися, при цьому вміст метану зменшується в перерахунку на його кількість в початково використовуваному, що містить його газі. Крім цього об'єм або кількість метанвмісного газового потоку може змінюватися, і тому після повернення

15 газу модифікованого складу в метанвмісний газовий потік виникають коливання його складу. Внаслідок цього в загальному випадку отримують середні значення, при цьому ступінь перетворення часто можна вибирати порівняно низькою із збереженням рентабельності установки. В одному з особливо кращих варіантів відносний вміст метану в газі модифікованого складу може за даними однорічних спостережень складати щонайменше 20 об. %, краще

20 щонайменше 40 об. %, найкраще щонайменше 60 об. %. Збільшення вмісту вищих вуглеводнів в газі модифікованого складу може становити, наприклад, від 0,01 до 40 об. %, краще від 1 до 30 об. %, найкраще від 5 до 20 об. %. Такі значення відносяться до періоду до настройки числа Воббе на задане значення, при цьому подібні дані представляють собою середнє значення, яке слід визначати усередненням за однорічний інтервал часу.

Крім цього можна передбачити створення умов, при яких обробка плазмою в залежності від необхідних цільових значень числа Воббе приводить до зрушення хімічного перетворення метану далі в напрямку наступних вищих вуглеводнів. Перетворенням метану при цьому можна

25 управляти насамперед залежно від схильної до значних коливань кількості електричної енергії, перетворюючи більшу кількість метану при наявності високої кількості відновлюваної енергії та перетворюючи меншу кількість метану при наявності малої її кількості.

У тому випадку, коли в пристрої, в якому здійснюється обробка плазмою, утворюються відкладення, наприклад, у вигляді нагару, відповідно кіптяви або в результаті виділення смол, їх можна видаляти, генеруючи в пристрої плазму в кисневмісному газі, наприклад, повітрі. Для

30 цього в кращому варіанті переривають обробку часткового потоку або процес видалення відкладень проводять в той період часу, в який не повинна виконуватися обробка ніякого часткового потоку.

Після обробки плазмою газ модифікованого складу повністю або частково повертають у метанвмісний газовий потік. У метанвмісний газовий потік краще повертати щонайменше 20 об. %, особливо краще щонайменше 60 об. %, насамперед щонайменше 80 об. %, газу

40 модифікованого складу. До повернення газу модифікованого складу в метанвмісний газовий потік утрудняють транспорт газу по трубопроводу компоненти, такі як сажа або вищі вуглеводні, можна видаляти придатними для цього способами, такими як фільтрація, конденсація або мокра газоочистка (промивка газу). У тому випадку, якщо тиск відібраного часткового потоку до або під час його обробки електрично генерованою плазмою було знижено, тиск газу

45 модифікованого складу краще підвищувати до його повернення в метанвмісний газовий потік за допомогою компресора.

Газ модифікованого в результаті його обробки плазмою складу можна до його повного або часткового повернення в метанвмісний газовий потік направляти на зберігання, направляти на

50 акумулювання, насамперед проміжне акумулювання, перенаправляти та / або піддавати подальшій обробці.

У кращому варіанті газ модифікованого складу при його поверненні в метанвмісний газовий потік має число Воббе, схоже з числом Воббе метанвмісного газового потоку. У кращому варіанті відношення числа Воббе газу модифікованого складу до числа Воббе метанвмісного

55 газового потоку становить від 0,7:1 до 1:0,7, особливо краще від 0,85:1 до 1:0,85, насамперед від 0,95:1 до 1:0,95.

Досягти схожих між собою чисел Воббе газу модифікованого складу і метанвмісного газового потоку можна шляхом перетворення метану при обробці плазмою в низькому ступені. Однак для досягнення схожих між собою чисел Воббе газу модифікованого складу і метанвмісного газового потоку незалежно від ступеня перетворення метану до газу

60 модифікованого складу перед його поверненням в метанвмісний газовий потік краще додавати

додатковий газ, краще газ, який є негорючим або має меншу теплотворну здатність, ніж метанвмісний газовий потік. Подібна міра дозволяє при здійсненні пропонованого у винаході способу надійно виключити зміна числа Воббе метанвмісного газового потоку на занадто велику величину через більшу в порівнянні з відібраним частковим потоком теплотворної здатності газу модифікованого складу, що могло б піти на шкоду для кінцевого споживача з причини вузьких допустимих меж зміни числа Воббе газу, що подається у встановлені у кінцевого споживача прилади. Для зниження числа Воббе до значення, встановленого організацією, яка експлуатує газопровід, краще додавати додатковий газ, містить кисень, азот, діоксид вуглецю, монооксид вуглецю і / або водень. Такий додатковий газ може, крім того, містити ще й водяну пару, зміст якої повинен підтримуватися на настільки низькому рівні, щоб після повернення газу модифікованого складу в метанвмісний газовий потік не перевищувалась необхідні точка роси.

У кращому варіанті кисень і азот додають у вигляді повітря. Занадто високе при високому ступені перетворення метану число Воббе можна знижувати до необхідного значення шляхом адекватного примішування повітря. При відповідно низькому ступені перетворення метану в процесі обробки плазмою для цієї ж мети потрібні настільки малі кількості повітря, при яких не перевищується максимально допустимий вміст кисню в газопроводах, по яких транспортується природний газ (згідно з рекомендаціями DVGW (Асоціації фірм з газо-і водопостачання Німеччини) воно становить 4 %).

У тому випадку, коли метанвмісний газовий потік являє собою природний газ, в якості додаткового газу можна також додавати біогаз, який в кращому варіанті не очищують або очищують лише частково і який має менше число Воббе, ніж природний газ.

В одному з кращих альтернативних варіантів можна також розщеплювати воду шляхом електролізу на водень, який потім для регулювання числа Воббе додають як додаткового газу в газ модифікованого складу, краще природний газ. У кращому варіанті для обох процесів - обробки плазмою і електролізу - використовують надлишкову електроенергію, яку розподіляють між процесом обробки плазмою і процесом електролізу таким чином, щоб число Воббе після додавання водню, отриманого шляхом електролізу, відповідало числу Воббе метанвмісного газового потоку. На відміну від безпосереднього додавання чистого водню в газопроводи, домішування якого до природного газу у відносному кількості навіть порядку декількох об'ємних відсотків вже призводить до істотного зниження числа Воббе природного газу, подібне поєднання обробки плазмою і електролізу дозволяє подавати водень в газопровід в більших кількостях при збереженні заданого числа Воббе. Параметри і робочі умови проведення процесів електролізу і обробки плазмою в їх поєднанні між собою можна при цьому простим шляхом погоджувати з місцевим якістю природного газу і навіть із змінним якістю природного газу вже після початку експлуатації. До цього слід додати, що частина "надлишкової електроенергії" витрачається на підвищення теплотворної здатності природного газу, завдяки чому при тій же "акумуючій потужності" або "ємності" з'являється можливість більш компактного апаратурного оформлення особливо дорогого в здійсненні електролізу в порівнянні з акумулюванням енергії виключно в вигляді електролітично отриманого водню.

В одному з кращих варіантів здійснення запропонованого у винаході способу безперервно або періодично вимірюють число Воббе газу модифікованого складу і на основі виміряного значення регулюють кількість доданого додаткового газу. Прилади, придатні для безперервного або періодичного вимірювання числа Воббе газової суміші, є у продажу, наприклад, випускаються фірмою Union Instruments у вигляді калориметра з позначенням CWD2005 або фірмою AMS Analysen-, Mess-und Systemtechnik у вигляді аналізатора під назвою RHADOX™.

Замість додавання додаткового газу після обробки плазмою його можна також додавати до або в процесі обробки плазмою. В одному з кращих варіантів додавання додаткового газу в процесі обробки плазмою в потоці водню шляхом порушення дугового розряду генерують плазму і частковий потік обробляють генерованою таким шляхом плазмою. Для генерування плазми при цьому краще використовувати так званий плазматрон, який описаний у публікації Rutscher / Deutsch: Plasmatechnik-Grundlagen und Anwendungen-Eine Einführung, ліцензійне видання вид-ва Carl Hanser Verlag München Wien, вид-во VEB Fachbuchverlag Leipzig, 1984, глава 1.2 "Erzeugung des Plasmazustandes", сс. 241-247. Використовуваний в цих цілях водень в кращому варіанті отримують шляхом електролізу води.

У ще одному кращому варіанті від газу модифікованого складу виборчо відокремлюють щонайменше один компонент. У кращому варіанті таким компонентом є водень, монооксид вуглецю, етен, пропен або пропан. Можливо також роздільне або спільне відділення двох або більше компонентів. Для подібного відділення компонентів можна використовувати всі відомі фахівцям щодо їх застосування в цих цілях методи розділення, а краще використовувати мембранний метод розділення. У цьому відношенні слід відзначити, що повне відділення того

чи іншого компонента не потрібно, а замість цього ступінь відділення можна оптимізувати виходячи з економічних міркувань. Так, наприклад, водень можна відокремлювати для його використання в процесах гідрування або етен та / або пропен можна відокремлювати для їх / його використання в процесах хімічного синтезу. В одному з кращих варіантів здійснення запропонованого у винаході способу шляхом виборчого відділення водню від газу модифікованого складу створюють потік водню, в цьому потоці водню генерують плазму шляхом порушення дугового розряду і частковий потік обробляють генерованою таким шляхом плазмою. У кращому варіанті обсяг газу модифікованого складу зменшують в результаті виборчого відділення його компонентів максимум на 60 об. %, особливо краще максимум на 40 об. %, насамперед максимум на 20 об. %.

У тому випадку, коли метанвмісний газовий потік являє собою природний газ в газовій мережі, такі компоненти альтернативно можна також відбирати з газової мережі в будь-якому місці. Так, наприклад, водень було б простіше відокремлювати від природного газу в газовій мережі (що піддається реалізації насамперед у менших за своїми розмірами установках) за місцем споживання водню, ніж виробляти його шляхом риформінгу природного газу. Альтернативно цьому етан, етен, пропан і / або пропен можна було б виділяти в якості зріджуваного газу для живлення ДВС. При відборі тих чи інших компонентів можливо слід враховувати необхідність підтримки числа Воббе в газопроводі на незмінному рівні. При відділенні водню число Воббе збідненої цим компонентом газової суміші може зростати, тоді як при відборі вищих вуглеводнів її число Воббе може, навпаки, знижуватися. Тому для підтримки числа Воббе постійним можна при розташуванні місця відбору на видаленні від місця обробки плазмою передбачити поряд з відбором водню і відбір ще якоїсь цінної речовини, такої, наприклад, як етен або пропен. В іншому варіанті можна відбирати (тільки) водень і в місці його відбору додавати інший газ, який є негорючим, як, наприклад, азот, або має менше число Воббе, ніж природний газ.

Пропонований у винаході спосіб дозволяє переводити надлишкову електричну енергію, вироблену краще з використанням поновлюваних енергоресурсів, таких, наприклад, як вітрова енергія або фотоелектрична енергія, в акумульовану форму й акумулювати її, наприклад, в існуючій інфраструктурі із зберігання природного газу.

Пропонований у винаході спосіб має високий к.к.д. і може децентралізовано використовуватися при експлуатації стандартних малих установок, наприклад, у вигляді малогабаритних (компактних) установок контейнерної конструкції. Пропонований у винаході спосіб краще використовувати при експлуатації установок контейнерної конструкції з інтегрованою інфраструктурою, описаною в WO 2010/028869.

Крім цього пропонований у винаході спосіб забезпечує можливість його здійснення з порівняно малою кількістю стадій, які є простими і відтворюваними. Завдяки цьому пропонований у винаході спосіб забезпечує можливість його простого та економічно ефективного здійснення.

Реалізація запропонованого у винаході способу, крім того, не пов'язана зі створенням загрози довкіллю або здоров'ю людей, і тому забезпечується можливість в основному відмовитися від застосування шкідливих для здоров'я речовин або сполук, використання яких могло б бути пов'язане з нанесенням шкоди навколишньому середовищу. Пропонований у винаході спосіб забезпечує навіть можливість його реалізації без жодних шкідливих викидів.

Крім цього існує можливість регулювання так званого числа Воббе модифікованого метанвмісного газового потоку таким чином, щоб воно відповідало значенню в стандартному газопроводі, по якому транспортується природний газ.

Пропонований у винаході спосіб додатково дозволяє надавати в розпорядження цінні хімікалії, які утворюються в якості додаткових побічних продуктів при його здійсненні.

Пропонований у винаході спосіб, крім того, не залежить від місцевої якості природного газу при його використанні як метанвмісного газового потоку.

Крім цього застосування електричної потужності, відповідно енергії, яка не може використовуватися в інших цілях і яка отримана, наприклад, з використанням поновлюваних енергоресурсів, дозволяє підвищити теплотворну здатність природного газу шляхом отримання водню і етану з метану, завдяки чому для отримання певної кількості енергії з такого газу потрібна менша його кількість в порівнянні з необробленим природним газом. Таким шляхом вдається домогтися економії природного газу.

У порівнянні з електролітичним виробництвом водню в поєднанні з метанізацією капітальні витрати, пов'язані з реалізацією запропонованого у винаході способу, явно нижче.

Для запропонованого у винаході способу характерні, крім того, явно менші в перерахунку на таку ж кількість акумульованої енергії втрати к.к.д. в порівнянні з метанізацією. Сказане

справедливо насамперед у тому випадку, коли необхідний для метанізації діоксид вуглецю не є в наявності з димових газів або біогазових установок в підвищеній концентрації, а повинен бути отриманий з повітря. Метанізація вимагає, крім того, створення високих температур, при цьому утилізація утвореного при метанізації тепла, що відходить, можлива лише за умови високих витрат, що здебільшого нерентабельно.

На відміну від газозфазного процесу метанізації обробка плазмою при здійсненні пропонованого у винаході способу допускає можливість порівняно хорошого динамічного управління нею, тобто можливість її гнучкого і регульованого узгодження з фактично наявними в наявності кількістю електроенергії. При об'єднанні пропонованого у винаході способу з процесом отримання водню шляхом електролізу одночасно з утворенням такого одержуваного електролітичним шляхом водню відбувається утворення сумішей з вуглеводнів і водню, що характеризуються підвищеними теплотворною здатністю і числом Воббе. Тому відсутня необхідність в проміжному акумулюванні або зберіганні водню. На відміну від цього при метанізації, яку для рентабельної експлуатації установки краще проводити в безперервному режимі, тобто без часової прив'язки до процесу електролізу, необхідна можливість проміжного акумулювання або зберігання водню, яка зазвичай вимагає також додаткових апаратурних і енергетичних витрат на стиск водню.

Потреба в питомих капітальних витратах на електроліз, так само як і на обробку плазмою нижче, ніж на високотемпературну метанізацію. Тому спрощується можливість економічно ефективної реалізації малих децентралізованих установок, наприклад, установок контейнерного типу, з високим потенціалом їх стандартизації.

Інші переваги перед метанізацією за участю водню складаються в можливому скороченні викидів, оскільки наявність водню в метансодержащем газовому потоці призводить до зниження викидів NOx при згорянні газу.

Застосування біогазу в якості метанвмісного газового потоку або додавання біогазу в якості додаткового газу дозволяє спростити переробку біогазу з метою доведення його якості до необхідного для подачі в газову мережу рівня. Біогаз можна в ході обробки плазмою безпосередньо або в поєднанні з природним газом, присутнім за місцем запланованої подачі в газову мережу, збагачувати таким чином, що переробка біогазу абсорбційними, адсорбційними та / або мембранними методами перед подачею в газову мережу стає зайвою або щонайменше істотно знижуються витрати на таку переробку.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб модифікування метанвмісного газового потоку, що полягає в тому, що
 - I) від метанвмісного газового потоку відбирають частковий потік,
 - II) частковий потік обробляють електрично генерованою плазмою з утворенням газу модифікованого складу з меншим відносним вмістом у ньому метану, ніж в метанвмісному газовому потоці, і
 - III) газ модифікованого складу повертають у метанвмісний газовий потік.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що як метанвмісний газовий потік використовують природний газ або біогаз, краще природний газ.
3. Спосіб за п. 1 або 2, який **відрізняється** тим, що отримують газ модифікованого складу, вміст водню і етану в якому вищий, ніж у відібраному частковому потоці.
4. Спосіб за одним з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що отримують газ модифікованого складу, вміст пропану, етену та/або пропену в якому вище, ніж у відібраному частковому потоці.
5. Спосіб за одним з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що до газу модифікованого складу перед його поверненням в метанвмісний газовий потік додають додатковий газ.
6. Спосіб за п. 5, який **відрізняється** тим, що використовують додатковий газ, що містить кисень, азот, діоксид вуглецю, монооксид вуглецю і/або водень.
7. Спосіб за п. 5 або 6, який **відрізняється** тим, що використовують додатковий газ, що містить повітря.
8. Спосіб за п. 5 або 6, який **відрізняється** тим, що використовують додатковий газ, що містить водень, отриманий при електролізі води.
9. Спосіб за п. 5 або 6, який **відрізняється** тим, що як метанвмісний газовий потік використовують природний газ, а як додатковий газ-біогаз.
10. Спосіб за одним з пп. 5-9, який **відрізняється** тим, що безперервно або періодично вимірюють число Воббе газу модифікованого складу і на основі виміряного значення регулюють кількість доданого додаткового газу.

11. Спосіб за одним з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що відношення числа Воббе газу модифікованого складу до числа Воббе метанвмісного газового потоку становить від 0,85:1 до 1:0,85.
- 5 12. Спосіб за одним з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що від газу модифікованого складу перед його поверненням в метанвмісний газовий потік вибірково відокремлюють щонайменше один компонент.
13. Спосіб за п. 12, який **відрізняється** тим, що вибірково відокремлюють водень, монооксид вуглецю, етен, пропен та/або пропан.
- 10 14. Спосіб за одним з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що плазму генерують, використовуючи електроенергію, отриману з використанням поновлюваних енергоресурсів.
15. Спосіб за одним з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що обробку плазмою проводять залежно від фактичної кількості електроенергії.
16. Спосіб за одним з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що плазму генерують шляхом порушення діелектричного бар'єрного розряду в частковому потоці.
- 15 17. Спосіб за одним з пп. 1-15, який **відрізняється** тим, що шляхом порушення дугового розряду в потоці водню генерують плазму і частковий потік обробляють генерованою таким шляхом плазмою.
18. Спосіб за п. 17, який **відрізняється** тим, що водень отримують шляхом електролізу води.
- 20 19. Спосіб за п. 17, який **відрізняється** тим, що водень отримують шляхом його вибіркового відділення від газу модифікованого складу.

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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