



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40864 (13) A

(51) 7 C01B3/32

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ВОДНЮ ВИСОКОГО ТИСКУ І ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

(21) 2000084918

(22) 18.08.2000

(24) 15.08.2001

(46) 15.08.2001, Бюл. № 7, 2001 р.

(72) Жиров Олександр Сергійович, Соловей Віктор
Васильович, Макаров Олександр Олександрович(73) ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАШИНОБУДУВАННЯ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) 1. Спосіб одержання водню високого тиску, шляхом конверсії органічних сполук у плазмі, який **відрізняється** тим, що конверсію органічних сполук проводять в присутності води у рідкій фазі, при цьому на реагенти діють високоомним

високочастотним факельним розрядом, з утворенням нерівноважної плазми.

2. Пристрій для одержання водню високого тиску, що складається з розрядної камери з підключенням до джерела живлення пристроєм для введення енергії, який **відрізняється** тим, що розрядна камера виготовлена у вигляді з'єднаної з джерелом живлення місткості високого тиску, по нижній частині якої розміщено шар води з органічною сполукою, а пристрій для введення енергії являє собою ємнісний розподільник потужності, з рівномірно розміщеними й встановленими над шаром реагентів розрядними електродними.

Винаходи відносяться до енергомашинобудування і хімічної промисловості, наприклад до переробки органічних речовин, включаючи відходи, й можуть застосовуватися при створенні економічних генераторів водню у складі енерговиробляючих й охолоджуючих пристроїв, а також очисних технічних засобів для переробки органічних відходів.

Відомі способи одержання водню (Пат. ФРГ №3803060, G 01 B 3/24, 3/26, 1989р.; З. Японії № 2-85684, C 01 B3/32, 3/22, 1987р.; А.с. СРСР № 1492638, C 01 B 3/32, 1987р.), шляхом конверсії органічних сполук у плазмі.

Способи впроваджують шляхом каталітичної конверсії вуглеводнів у паровій фазі з подальшим виділенням водню вологого конвертованого газу дифузійним методом через металеві мембрани при температурі 500°C.

Відомі способи одержання водню відрізняються багатостадійністю технологічних процесів, а також проведенням реакцій над водневмісними речовинами у газовій фазі, характерною ознакою яких є низький вихідний тиск отриманих продуктів реакції. Ці способи одержання водню досить дорого коштують через дорожнечу застосованих в них каталізаторів, необхідність попередньої очистки сировини, застосування складного технологічного обладнання для досягнення і підтримки високого вихідного тиску водню, а також додаткових

енерговитрат, пов'язаних з підтримкою високотемпературних робочих режимів і тиску.

Найбільш близьким за сукупністю ознак є спосіб одержання водню шляхом конверсії органічних сполук у плазмі ("Методы получения водорода и разделение газовых смесей". Вопросы атомной науки и техники, серия "Ядерная техника и технология" вып. 3, Атомно-водородная энергетика и технология, М, 1989г., с.56 - 59).

Головним недоліком відомого способу є одержання плазми за допомогою технологічно складного НВЧ - обладнання, що дороге коштує, з відносно невеликим ККД. Тиск одержуваного водню, за відомим способом, не перевищує кількох одиниць атмосфер, а сам спосіб можна використувати тільки для проведення реакцій над водневмісними (органічними) сполуками, що перебувають у газовій фазі, а це потребує застосування компресорного устаткування, ускладнює технологічний процес і підвищує енерговитрати.

Відомі пристрої для одержання водню, які містять розрядну камеру з під'єднанням до джерела живлення пристроєм для введення енергії (Пат. ФРГ №3803060, G 01 B3/24, 3/26, 1989 г.; З. Японії №2-85684, C 01 B 3/32, 3/22, 1987 г.; А.с. СССР №1492638, C 01 B 3/32, 1987г.).

Для проведення циклу реакцій з багатостадійним виділенням водню, до складу відомих пристроїв повинні входити: пристрої для попередньої очистки водневмісної (органічної) си-

ровини, дифузійні мембрани, що встановлюються у розрядній камері, і з'єднані з нею перекачувальні насоси.

Недоліком цих пристроїв є складність їх елементів, висока металоємність технологічного устаткування й оснастки, що зумовлює дорожнечу виробленого водню.

Найбільш близьким за досягненим результатом є пристрій для одержання водню ("Методы получения водорода и разделение газовых смесей". Вопросы атомной науки и техники серия "Ядерная техника и технология" вып. 3. Атомно - водородная энергетика и технология, М., 1989, С. 56 - 59), що містить розрядну камеру з під'єднаним до джерела живлення пристроєм для вводу енергії.

Використання у пристрої НВЧ-обладнання підвищує енерговитрати при отриманні нерівноважної плазми, призводить до росту ціни отриманого водню через обладнання, застосування якого потребує великих коштів. У відомому пристрої неможливо використовувати реагенти у твердій та рідкій фазах, отримуваний у ньому водень можна виділити тільки під відносно низьким вихідним тиском на рівні 0.2... 0.3 МПа. Крім того, номенклатура видів перероблюваної сировини обмежена вуглеводневими сполуками, тоді як інші класи органіки, а тим більш, відходи технологічно небезпечних виробництв, переробці у відомому пристрої не підлягають.

У основу винаходів покладена задача створення способу одержання водню високого тиску й пристрою для його здійснення, шляхом значного зростання загального об'єму газоподібних продуктів реакції у порівнянні з первинним об'ємом сировини та води, що знаходяться у конденсованому стані, з одночасною стабілізацією нерівноважної плазми у широкому діапазоні тиску, за рахунок чого досягнуто зниження енерговитрат, спрощення процесу й устаткування, що його оснащує, а також розширення використовуваної номенклатури початкової сировини.

Поставлена задача досягається тим, що у способі одержання водню високого тиску, шляхом конверсії органічних сполук у плазмі, стосовно винаходу, конверсію органічних сполук проводять у присутності води у рідкій фазі, при цьому на реагенти діють високоомним високочастотним факельним розрядом, з утворенням нерівноважної плазми. У пристрої для одержання водню високого тиску, що складається з розрядної камери з підключенням до джерела живлення пристроєм для введення енергії, стосовно винаходу, реакційна камера виготовлена у вигляді з'єднаної з джерелом живлення місткості високого тиску, по нижній частині якої розміщено шар води з органічною сполукою, а пристрій для введення енергії являє собою ємнісний розподільник потужності, з рівномірно розміщеними й встановленими над шаром реагентів розрядними електродами.

Конверсію органічних сполук проводять у присутності води в рідкій фазі для зростання сумарного об'єму продуктів реакції, що дає змогу отримувати водень під високим тиском.

На органічну сполуку в присутності води діють високоомним високочастотним розрядом з утворенням нерівноважної плазми, що дає змогу

знижити витрати енергії на отримання водню до 0.5... 1.5 кВт.г на 1 м³.

Розрядна камера виконана у вигляді з'єднаної з джерелом живлення місткості високого тиску, по нижній частині якої розміщено шар води та органічної сполуки, для реалізації можливості одержання вихідних продуктів під високим тиском, зниження енерговитрат за рахунок виключення компресорного обладнання.

Пристрій введення енергії являє собою ємнісний розподільник потужності з рівномірно розміщеними на ньому й встановленими над рівнем сировини розрядними електродами, для досягнення потрібної продуктивності, а також усунення впливу розрядних проміжків один на одного.

На рисунку зображена принципова схема пристрою, що пропонується для реалізації способу одержання водню під високим тиском.

Спосіб реалізовується пристроєм для одержання водню високого тиску, який містить розрядну камеру 1, виконану у вигляді з'єднаної з високовольтним джерелом 2 живлення місткості високого тиску. Високовольтне джерело 2 живлення змінної напруги високої частоти зв'язано також з встановленим у верхній частині розрядної камери 1 пристроєм для введення енергії, що складається з електровводу 3 та електроду, виконаного, наприклад, у вигляді спільної пластини 4 з провідника, і нижніх деталей пластин 5, також виконаних з провідника, між якими встановлено діелектричний елемент 6 так, що верхня спільна пластина 4 та нижні деталі пластин 5 з провідника створюють між собою ємнісний розподільник потужності. Розрядні електроди 7 встановлено рівномірно по відношенню до пластини 4 на деталях пластин 5. По нижній частині розрядної камери 1 розміщено шар води з органічною сполукою 8, товщиною 0.5... 4 мм, у вигляді розчиненої чи диспергованої у воді рідкої чи твердої органічної сполуки, або розміщених пошарово компонентів сировини.

Розрядні електроди 7 встановлено на висоті 0.5... 2 мм над поверхнею сировини. В нижній частині розрядної камери 1 розміщено патрубок 9, для введення у процесі роботи компонентів, що витрачаються. У верхній частині розрядної камери 1 розміщено відводний патрубок 10, для виводу газоподібного продукту з порожнини реакційної камери 1.

Спосіб роботи пристрою, з одержанням водню високого тиску, ґрунтується на конверсії органічних сполук у плазмі. При поданні високої напруги на пристрій для введення енергії за рахунок ємнісного зв'язку між пластиною 4 і деталями пластин 5 з провідника, так само, як і між встановленими на них розрядними електродами 7 і шаром 8, розміщеної в розрядній камері 1 сировини, виникає різниця потенціалів. Це призводить до виникнення на кожному розрядному електроді 7 факелів ВЧ-розряду. Оскільки підтримувати стійкий розряд необхідно у невеликому об'ємі розрядними електродами 7, що ініціюють розряд малої потужності, то для досягнення в пристрої необхідної продуктивності застосовують систему з великою кількістю розрядних проміжників і ємнісний розподільник потужності. Це дає можливість розрядам на електродах 7 запалюватися й горіти без взаємного впливу один на одного. При цьому, в порож-

нині розрядної камери 1, де здійснюється реакція, створюють нерівноважну плазму з високою електронною та низькою іонною температурами шляхом завдання спеціально підібраних характеристик джерела 2 живлення.

Створення заданого режиму для утворення нерівноважної плазми сприяє протіканню хімічних реакцій, аналогічно з термодинамікою високотемпературних процесів, за рахунок високої електронної температури (15000... 17000 K) і великих її градієнтів ініціюються хімічні реакції глибокої конверсії органічних сполук з утворенням CO_2 і H_2 , а невелика іонна температура (що не перевищує 500...700 K) забезпечує низьку загальну температуру продуктів реакції. Це дає можливість знизити втрати енергії, що мають місце у процесі конверсії, порівняно з дуговими плазмохімічними процесами. У процесі конверсії здійснюється перехід речовин з конденсованих станів (рідкого чи твердого) у газоподібні, що дає можливість одержати продукти реакції під високим тиском і регулювати його величину.

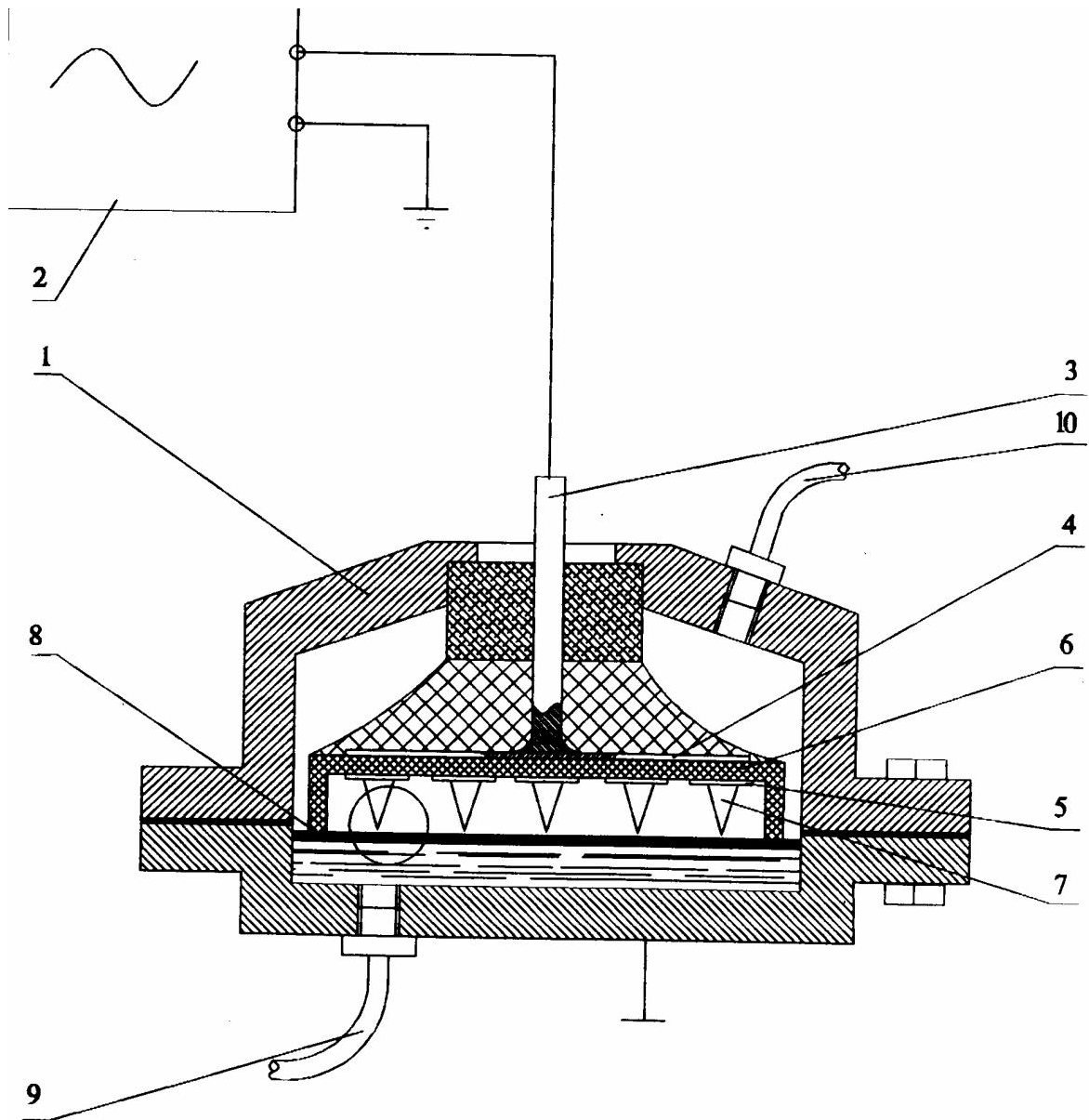
Приклад.

Експериментальні дослідження способу одержання водню високого тиску, що пропонується, довели працездатність запропонованого пристрою, при таких результатах.

Як реакційну камеру використовували судину з нержавіючої сталі з товщиною стінок 8 мм об'ємом 1,5 л, оснащену манометром ОБМ1 - 160, під'єднаним через мембранний розподільник. По дну судини розміщували реакційну суміш, за яку послідовно використовували: декан $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ шаром 1.5 мм на поверхні води шаром 5 мм; водно - спиртові розчини (метанол, етанол, ізопропанол); оап-

стоки масложиркомбінату; суспензії подрібненої рослинної сировини (зеленої маси) у воді. Підведення енергії створювали пристроєм для її введення, за якого використовували звичайну автомобільну свічку запалювання. Ємнісний розподільник був реалізований на горизонтально розташованому двосторонньому фольгованому фторопласті товщиною 1.5 мм, на якому верхній шар фольги виконував роль загального електроду, а на нижньому шарі фольги, розділеному на 64 елементи розміром 5х5 мм з діелектричними проміжками між елементами -2 мм, встановлювали розрядні електроди з нержавіючої фольги. Зазор між розрядними електродами й поверхнею суміші реагентів становив 5 мм. Напругу подавали від високовольтного височастотного джерела живлення, ознакою якого є падаюча вольт - амперна характеристика, останній одночасно настраювали у резонанс з електричною частиною реактора, а на спільну пластину ємнісного розподільника подавали напругу, яка у режимі холостого ходу становила 30 кВ. Частоту струму визначали, виходячи з резонансних характеристик конструкції, значення якої складало не менш 30 кГц. При запалюванні розряду напруга на електродах дорівнювала 3...7 кВ, струм не перевищував 1,7 мА, а середнє споживання енергії кожним електродом не перевищувало 5 Вт. При цьому сумарна потужність усього ємнісного розподільника складала 300...350 Вт. Продуктивність пристрою по водню досягала 600 л/год. В залежності від сировини, що використовувалась, зміст CO у продуктах конверсії складав 0.5...4,5 %, співвідношення CO_2 і H_2 визначалося стехіометрією реакції. Результати проведених вимірів зведені в таблицю:

Вид сировини	Кількість сировини, г	Витрати енергії, кВт/г на м ³ водню	Час роботи	Кількість водню, л
Декан $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	150	,615	3 год	650
Метанол, 65% розчин	280	0,345	20 хв	336
Соап-стоки масложиркомбінату, 20% емульсія	200	1,56	15 хв	150
Суспензія рослинної сировини у воді, 25% по сухому залишку	175	1,82	18 хв	268,5



Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101
 (03122) 3 – 72 – 89 (03122) 2 – 57 – 03

