

чутливі до експлуатаційної деградації. Найчастіше її ступінь оцінюють за зміною міцності, пластичності, твердості й ударної в'язкості, оскільки ці характеристики здебільшого регламентуються чинними нормативними документами. Однак характеристики міцності, пластичності й твердості є недостатньо чутливими до деградації трубних сталей. Найчутливішими є характеристики опору крихкому руйнуванню, з яких вирізняють тріщиностійкість та ударну в'язкість.

Тому для визначення потенціалу застосування існуючої газотранспортної системи України до транспортування водню чи його суміші з природним газом та обґрунтування умов її безпечної експлуатації необхідно проаналізувати поточний технічний стан її складових, оцінити вплив водню на деградований метал та залишковий ресурс газотранспортної мережі з урахуванням деградації сталі й наводнювання при транспортуванні зеленого водню.

Посилання:

1. <https://gasforclimate2050.eu/ehb/>
2. O. I. Zvirko, "In-service degradation of structural steels (A Survey)", *Mater. Sci.*, vol. 57, № 3, pp. 319–330, 2022.
3. H. Nykyforchyn, et al. "Methodology of hydrogen embrittlement study of long-term operated natural gas distribution pipeline steels caused by hydrogen transport", *Frattura ed Integrità Strutturale*, vol. 16, № 59 pp. 396–404, 2022.
4. T. Depover, et al. "Effect of hydrogen charging on the mechanical properties of advanced high strength steels", *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 39, № 9, pp. 4647–4656, 2014.

УДК 621.352.6+662.769.2

МАЛОГАБАРИТНЕ АВТОНОМНЕ ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ НА БАЗІ БАТАРЕЇ ВОДНЕВО-ПОВІТРЯНИХ ПАЛИВНИХ КОМІРОК ТА ГЕНЕРАТОРА ВОДНЮ

Ю. К. Пірський¹, Ф. Д. Манілевич², А. В. Куций³

Інститут загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України, пр. Палладіна, 32/34, м.Київ-142, 03142, Україна, e-mail: ¹pirsky@ionc.kiev.ua

Розроблено та досліджено автономне джерело електроживлення, що включає блок генерування водню та батарею воднево-повітряних паливних комірок.

Ключові слова: автономне електропостачання, генерування водню, активований алюміній, алюмінієві сплави, електрокаталізатори для паливних комірок.

SMALL-SIZED AUTONOMOUS POWER SOURCE BASED ON A BATTERY OF HYDROGEN-AIR FUEL CELLS AND A HYDROGEN GENERATOR

Yu. Pirskyy¹, F. Manilevich², A. Kutsyi³

V. I. Vernadskii Institute of General and Inorganic Chemistry, NAS of Ukraine

An autonomous power source including a hydrogen generation unit and a battery of hydrogen-air fuel cells has been developed and investigated.

Keywords: autonomous power supply, hydrogen generation, activated aluminum, aluminum alloys, electrocatalysts for fuel cells.

ORCID:¹[0000-0002-9431-4136](https://orcid.org/0000-0002-9431-4136), ²[0000-0001-5582-833X](https://orcid.org/0000-0001-5582-833X), ³[0000-0003-2576-7075](https://orcid.org/0000-0003-2576-7075)

Широке використання паливних комірок (ПК) стримується проблемами, пов'язаними з виробництвом, зберіганням і транспортуванням водню. Використання енергоакуюлюючих речовин (ЕАР) [1] для вилучення водню з води дає змогу отримувати водень за потребою

безпосередньо в місці його використання. Поєднання генераторів водню гідролізного типу, в яких використовуються ЕАР, з удосконаленими паливними комірками є перспективним шляхом створення автономних джерел електроживлення.

В даній роботі проведено дослідження з оптимізації складу ЕАР на основі алюмінію, адаптованих до виділення водню з води при температурі навколишнього середовища. Запропоновано конструкцію генератора водню гідролізного типу. Для отримання водню в такому генераторі використовували як ЕАР алюмінієві порошки ПА-4 та АСД-1, які механохімічно активували евтектичним сплавом Ga-In-Sn (5 мас.%) у планетарному кульовому млині зі сталевими кульками та вручну в керамічній ступці. В результаті активації на поверхні зерен алюмінієвих порошоків утворилися сплави алюмінію з легуючими елементами, що уможливило взаємодію алюмінію з водою. Закономірності гідролізу отриманих порошоків при 25°C дослідили за допомогою волюметричної установки шляхом періодичного вимірювання об'єму водню, що виділявся під час гідролізу. Встановили, що механохімічна активація алюмінієвих порошоків евтектикою Ga-In-Sn (5 мас.%) у планетарному кульовому млині та в керамічній ступці дає змогу отримувати матеріали, здатні з високою швидкістю виділяти водень з води при температурі 25°C, але розподіл евтектичного сплаву в матеріалах, отриманих у млині, був нерівномірним [2]. Кількість водню, який утворюється була достатньою для живлення паливних комірок або їх батарей та забезпечення роботи автономного джерела живлення.

Крім того, було удосконалено катодні та анодні електрокаталізатори Pt(40 %)/XC-72 для воднево-повітряних паливних комірок і розроблено ефективні каталітичні чорнила для нанесення каталізаторів на газодифузійні шари, створені на протоннообмінній мембрані. Показано, що підвищення активності електрокаталізаторів пов'язане зі стабілізацією наночастинок платини і досягається шляхом використання при їх синтезі більшої кількості полівінілпіролідону, а також формальдегіду, який є сильнішим відновником, ніж використовуваний раніше етиленгліколь [3].

З використанням результатів досліджень виготовлено батарею паливних комірок з наступними характеристиками: потужність 8 Вт, робоча напруга 4,2 В, середня робоча температура 5–30°C, максимальна робоча температура 55°C при потоці водню 0,18 л/хв. Тривалість виходу на робочий режим становить 30 с., ККД = 40 % при робочій температурі 20°C.

Шляхом поєднання паливних комірок і генератора водню гідролізного типу створено автономне джерело живлення, в якому водень, що утворюється в генераторі в результаті взаємодії активованих алюмінієвих порошоків з водою, живить паливні комірки. Схема розробленого автономного зарядного пристрою наведена на рисунку.

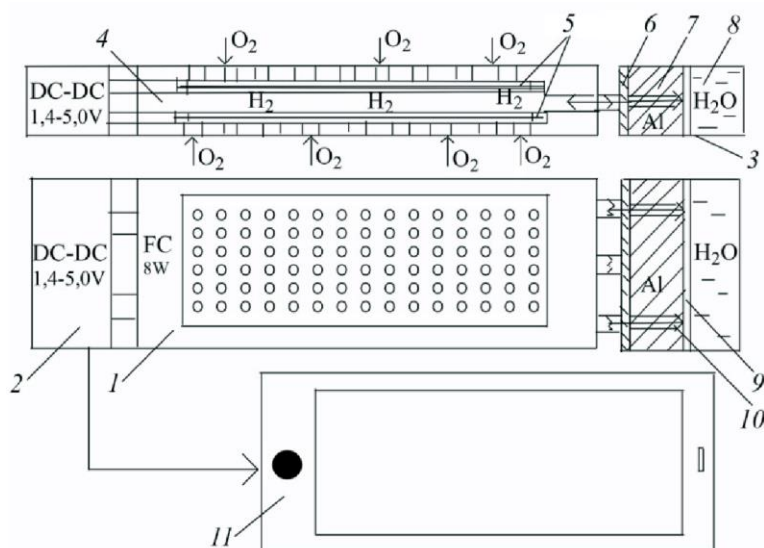


Рисунок. Схема автономного зарядного пристрою на основі паливних комірок і алюмоводневого генератора: 1 – комбінована паливна комірка; 2 – перетворювач напруги DC-DC; 3 – генератор водню гідролізного типу; 4 – камера для водню; 5 – мембранно-електродні блоки; 6 – водоутримуючий сепаратор; 7 – активований алюмінієвий порошок; 8 – ємність з водою; 9 – пориста мембрана; 10 – активаційна голка; 11 – пристрій споживання електроенергії, наприклад, смартфон.

Посилання:

1. И. Л. Варшавский, *Энергоаккумулирующие вещества и их использование*, Київ: Наук. думка, 1980.
2. F. D. Manilevich, Yu. K. Pirsyy, A. V. Kutsyi, and V. V. Berezovets, "Mechanical activation of the surface of aluminum powders and regularities of their hydrolysis", in *Proc. of Ukrainian Conference with International Participation «Chemistry, Physics and Technology of Surface»*, Kyiv, 2020, p. 117.
3. Ю. К. Пірський, Ф. Д. Манілевич, Т. М. Панчишин, Я. В. Колосовський, О. Г. Алабут, "Вплив полівінілпіролідону на синтез і каталітичні властивості платиновмісних каталізаторів електровідновлення кисню", *Укр. хім. журн.*, Т. 86, № 7, с. 53–64, 2020.

NANOCOMPOSITES ON THE BASE OF MAGNESIUM HYDRIDE DOPED WITH MXENES AS HYDROGEN ENERGY MATERIALS

D. Korablov¹, Yu. Solonin²

¹Frantsevich Institute for Problems of Materials Science NAS of Ukraine. Krzhizhanovsky str., 3, 03142, Kyiv, Ukraine, тел. +380443908757, +380442057901, e-mail: 1funejima@gmail.com

Д. С. Корабльов¹, Ю. М. Солонін²

Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України

Magnesium hydride is an attractive material for solid-state hydrogen storage and for hydrogen generation via hydrolysis due to its high capacity of hydrogen and low cost. However, the hydrolysis reaction is rapidly hindered by the passivation layer formed on the surface of MgH_2 . In order to improve MgH_2 hydrolysis efficiency various approaches have been applied. The present study examines the influence of two-dimensional (2D) transition metal carbides or MXenes on thermolysis and hydrolysis of the nanostructured MgH_2 .