

УДК 621.316

Яцишина С.О.

Кафедра автоматизації електротехнічних та мехатронних комплексів

УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ВОДИ

Анотація. У статті представлено результати досліджень режимів роботи обладнання та схеми управління процесами водневої енергетики, де водень видобувається завдяки воді як базової частини, що дозволяє використовувати для опалення в побуті та виробництві, також забезпечити екологічність та економію використання природних ресурсів.

Ключові слова: воднева енергетика, схеми управління.

Annotation. The article presents the results of the study of the modes of operation and the control scheme of the processes of water power engineering, for the time being, water is produced as a base part, which allows stopping for scorching in the production process, as well as ensuring environmental protection and natural resource saving.

Keywords: hydrogen energy, control schemes.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи – огляд актуальності водневої енергетики з використання води задля виведенню водню, розгляд використання в промисловості та автономних опалювальних системах.

Водень – це легкий газ, який при спалюванні дає тепло, що в кілька разів перевищує тепло від природного газу. Головною його перевагою при використанні в опалювальній системі є відносно невелика температура горіння (всього 300°C). Це дозволяє використовувати його у котлі, виконаному з традиційно недорогих видів металу.

Сам по собі водень не має кольору та запаху, а при поєднанні з іншими хімічними компонентами він не утворює небезпечні токсини, шкідливі для здоров'я людини. Тому його використання в побуті вкрай безпечно. Єдиною небезпекою є його підвищений рівень вибухонебезпеки. Є багато можливостей видобутку водню, шляхом взаємодії реакції з водою, тому, ми проаналізуємо декілька з них і оберемо більш суттєво вигідний для нашого дослідження і подальшого використання у підприємстві.

Отримання водню з води шляхом її розкладання гідрореагуючими металами з використанням нанопорошку алюмінію.

При взаємодії гідрореагуючих металів із водою виділяється водень. Вихід водню у цих реакціях досить великий і використання деяких металів може становити практичний інтерес. Тип реакції залежить від кількості води, а вона, своєю чергою, — від робочих параметрів реактора (надлишку води, співвідношення реагентів у хімічних реакціях з врахуванням стехіометричних коефіцієнтів, тиску, температури).

Реакція (а) з використанням алюмінієвого порошку протікає за $T = 250^{\circ}\text{C}$, $P = 8$ МПа. Середня швидкість окислення алюмінієвого порошку є недостатньою для створення придатного для використання в енергетичних установках реактора.

Реакція (б) протікає за нормальної температури $T = 300\text{—}350^{\circ}\text{C}$, $P = 16\text{—}18$ МПа. Реакція йде досить швидко і піддається регулюванню. Продуктом реакції, крім водню, є порошок розміром частинок від 1 до 5 мкм, які не злипаються.

Реакція (в) протікає при температурі, що перевищує 300-350°C, тиску $P = 20\text{--}30$ МПа. Продуктом реакції, крім водню, є порошок, що складається в основному з Al_2O_3 , який може утворювати тверді агломерати, які погано розчиняються у воді і

відкладаються на стінках трубопроводів. Процес важкокерований та небезпечний. Проведений аналіз цих процесів дозволив зупинитися реакції (б).

Оскільки швидкість реакції зростає із збільшенням ступеня дисперсності порошку, бажано мати максимально можливу дисперсність. Освоєні вітчизняною промисловістю марки порошків представлені у табл. 1.

Таблиця 1. Марки гідрореагуючих порошків

Марка гідрореагуючого порошку	Дисперсність, мкм	Вартість грн/кг	Час окиснення, с	Насипна щільність, т/м ³
АСД-0	40-125	23	500	-
АСД-1	30-50	29	300-500	1,14-1,2
АСД-4	20-50	56	200-250	0,8-0,85
АСД-6	10-20	127	100-150	0,7-0,73

Метод отримання водню з води шляхом її розкладання гідрореагуючими металами, не завжди може бути реалізований, враховуючі високі значення температури та тиску..

Отримання водню з води шляхом термохімічного розкладання води.

Розкладання води лише за рахунок теплоти передбачає проведення процесу за дуже високих температур (вище 3000°C). Однак при зв'язуванні води в деякому проміжному стані з виділенням кисню і подальшим термічним розкладанням вдається знизити температуру даного процесу.

На цьому і засновані термохімічні способи одержання водню, що полягають у послідовному проведенні кількох хімічних реакцій, одним із кінцевих продуктів яких є водень. Багатостадійність процесу ускладнює його масштабне промислове здійснення.

Перевага його в тому, що не потрібно електроенергії і здійснюється при відносно невисоких температурах. Крім того, всі проміжні реагенти в таких циклах, за винятком води, регенеруються за рахунок тепла, що споживається, що здешевлює водневе паливо.

Інтерес до використання термохімічних циклів пояснюється перспективою отримання досить високих ККД (50-60%) внаслідок прямого використання теплоти високотемпературного ядерного реактора, минаючи стадію перетворення теплоти на електрику.

Для успішної реалізації термохімічного розкладання води потрібні додаткові дослідження в галузі матеріалознавства, оскільки в даний час ця проблема ще не повністю вирішена.

Отримання водню з води шляхом її електролізу.

Через низьку питому електропровідність чистої води її прямий електроліз неефективний, тому практично зазвичай застосовується водний розчин КОН. Цей луг має хорошу питому електропровідність, яка при нормальних температурах і концентрації 20—40 % досягає 0,3—0,5 (Ом·см)⁻¹, тобто в 107 разів більше, ніж у випадку з чистою водою.

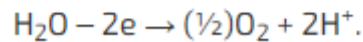
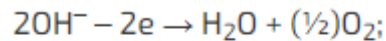
У лужному розчині концентрація іонів водню невелика, внаслідок чого їх недолік у катода поповнюється за рахунок дисоціації молекул води або їх прямого розряду з

утворенням атомів водню та іонів з наступною рекомбінацією атомарного водню молекули:



де Me - метал катода.

Виділення на аноді кисню відбувається внаслідок розряду гідроксильних іонів або молекул води за реакціями:



Такий метод розкладання води називається електролізом води з твердополімерним електролітом і має низку незаперечних переваг у порівнянні з традиційним електролізом води.

Електроліз води з використанням твердополімерного електроліту (ТПЕ) є одним з найбільш перспективних методів як для великомасштабного промислового отримання водню, так і для вирішення широкого ряду спеціальних завдань, рис. 1.

До переваг цього методу можна віднести:

1. невелика відстань між електродами (товщина іонообмінної полімерної мембрани 50-300 мкм);
2. досить низький питомий опір електроліту ($4 \div 20$) ($\text{Ом} \cdot \text{см}$)⁻¹;
3. виключення додаткових сепараторів газів.

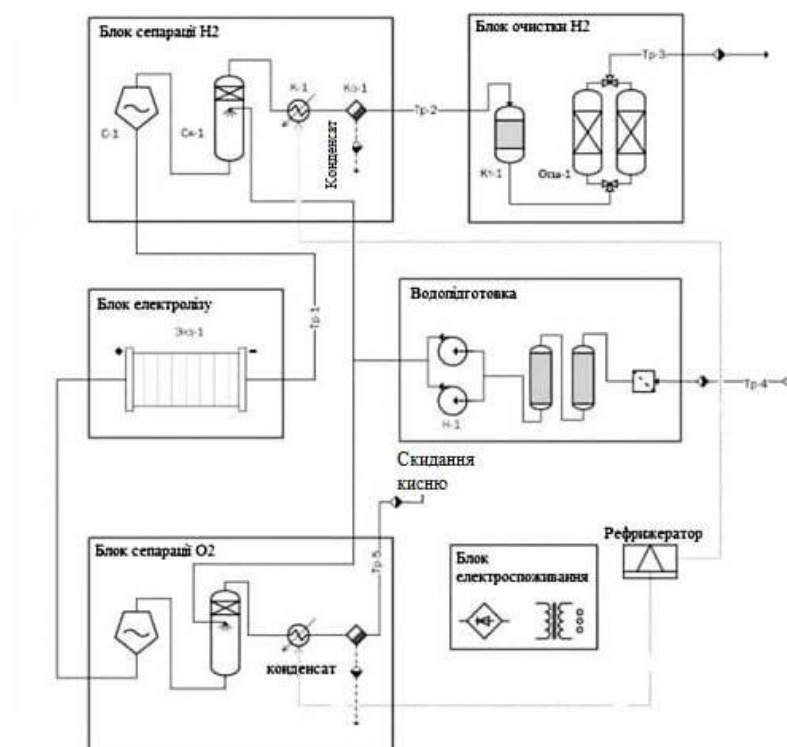


Рисунок 1 - Схема електролізера для отримання водню з води

Головні проблеми водневої енергетики:

1. Це витрати інших енергоносіїв (нафта, електрика, газ) для отримання речовини та висока загроза утворення вибухів.

2. Крім того, немає чітко прописаного та економічно вигідного механізму одержання водневої енергії, хоча фахівцями активно розробляються варіанти видобутку водневого палива. Але поки що є труднощі.

Прагнучи знайти можливості усунути недоліки, все більше уваги звертається на отримання водню з води. У цьому плані джерело отримання водневої енергетики невичерпне з огляду на водний потенціал у світовому океані.

Переваги водневої енергетики:

Транспортування з використання трубопроводів, так як у водню низький показник в'язкості. Водень зберігається у зрідженому, газоподібному стані та має тривалий термін зберігання.

Сучасні технології водневої енергетики дають змогу мати якісний паливний матеріал із високим коефіцієнтом тепловіддачі. Цей енергоносіє має практичну сферу застосування: у промисловому господарстві, у ЖКГ (для опалення житлових будівель).

Воднева енергетика безпечна для навколишнього середовища, не має токсичних властивостей, що негативно впливають на людину та тваринний світ природи.

Застосування водню у вигляді палива для обігріву житла – досить приваблива ідея, адже його теплотворність становить 33,2 кВт/м³, тоді як у газу вона всього 9,3кВт/м³, а це більш ніж у 3 рази. Теоретично добути водень можна з води, щоб його потім спалити в казані, можна скористатися водневим генератором для опалення будинку.

Як енергоносіє з воднем ніщо не може зрівнятися, його запаси практично невичерпні, при згорянні виділяє теплової енергії, набагато більше, ніж будь-яке вуглецевмісне паливо. Замість шкідливих викидів в атмосферу, що виділяються при використанні природного газу, водень згоряє, утворює звичайну воду у вигляді пари. Тільки є одна проблема, цей хімічний елемент не зустрічається в природі у чистому вигляді, а лише у поєднанні з іншими речовинами. Однією з таких сполук є звичайна вода, яка є окисленим воднем. Для того щоб розщепити на її елементи багато вчених витратили не один рік. І не безрезультатно, технічне рішення щодо виділення з води її складових все ж таки було знайдено. Це так звана хімічна реакція електролізу, в результаті якої вода розпадається на кисень і водень, суміш, що отримується, прозвали гримучим газом або газом Брауна. Нижче наведена схема, рис. 2, водневого генератора (електролізера), який використовує електричну енергію.

Промислові електролізери служать для газополум'яних (зварювальних) робіт. Струм певної частоти та сили подається на групи металевих пластин, які занурені у воду. Через реакцію електролізу виділяються кисень і водень упереміш з водяною парою. Для того щоб відокремити гази від пари, все пропускається через сепаратор, після якого подається на пальник. Щоб запобігти зворотному удару та вибуху, на подачі монтується клапан, який пропускає пальне тільки в один бік.

Воднева установка для обігріву житла включає такі складові: котел і труби діаметром 25-32 мм (1-1,25 дюймів). Труби можна встановити вдома своїми руками, але необхідно виконати одну умову – після кожного розгалуження діаметр має зменшуватись.

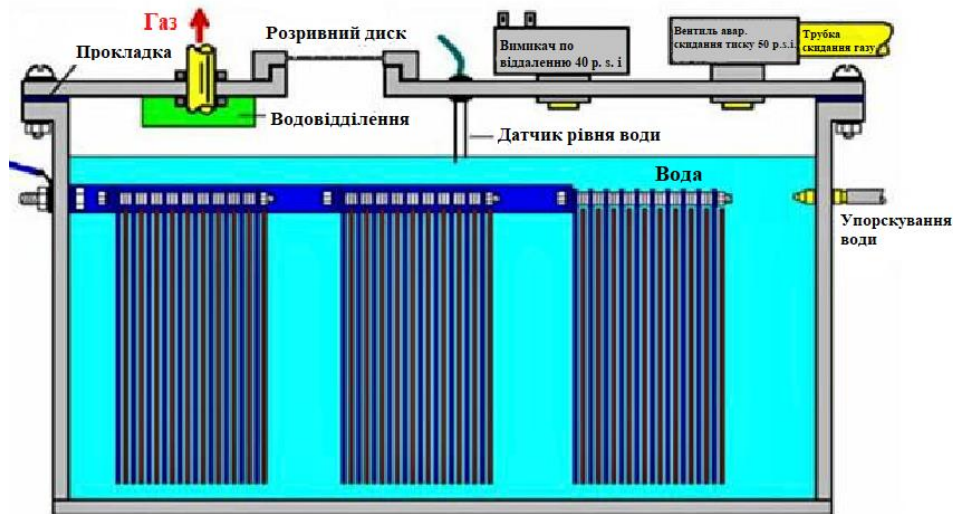


Рисунок 2 – Схема водневого генератора

Діаметр зменшується за таким принципом – труба D32, труба D25. Після розгалуження – D20 і останньою монтується труба D16. При дотриманні цієї умови водневий пальник працюватиме якісно та ефективно. Для того щоб стежити за рівнем води та своєчасно підживлювати нею пристрій, у конструкції є спеціальний датчик, який віддає команду в потрібний момент і вода впорскується в робочий простір електролізера. Щоб тиск не підстрибував до критичної точки всередині судини, агрегат обладнується аварійним вимикачем і скидним клапаном. Для обслуговування генератора водню, потрібно лише додавати воду, рис. 3.

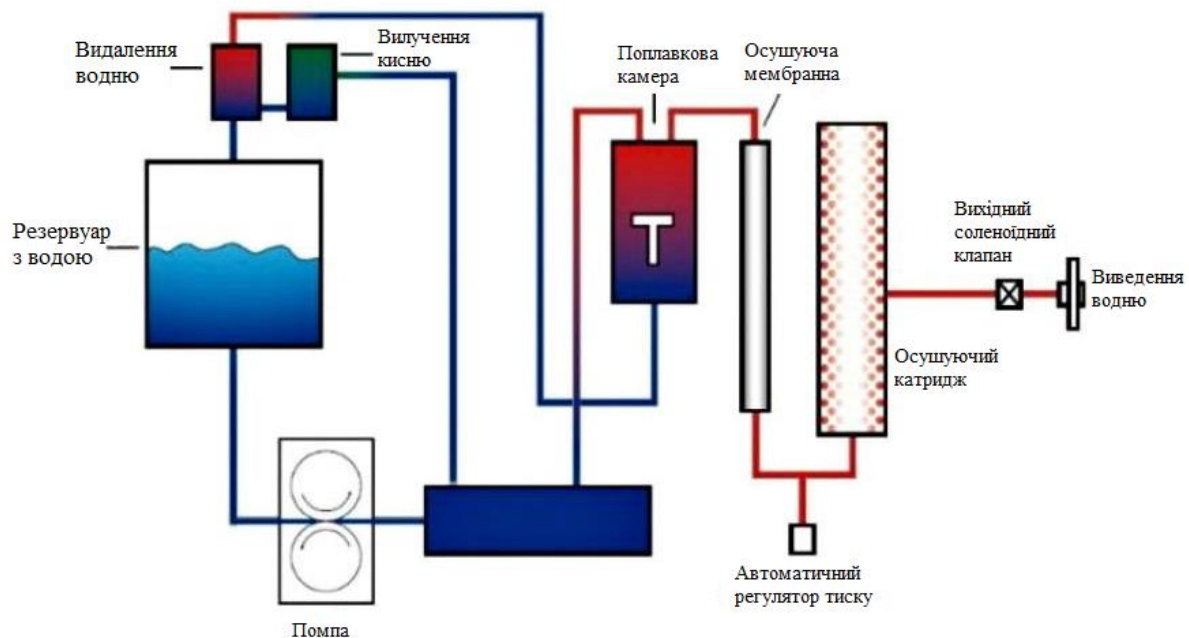


Рисунок 3 – Схема принципу роботи генератора

Переваги опалення на водні. Це екологічно чисті системи. Водень у системі опалення працює без застосування полум'я. Тепло створюється внаслідок каталітичної реакції. Коли водень з'єднується із киснем, виходить вода з виділенням значної теплової

енергії. Потік тепла температури приблизно 40⁰С подається в теплообмінник та може використовуватися також для теплих підлог.

Незабаром водневе опалення своїми руками зможе замінити традиційні системи, таким чином звільнивши суспільство від видобутку іншого палива: нафти, газу, вугілля та дров. ККД системи опалення приватного будинку воднем, може сягнути 96%.

Висновок. Воднева енергетика — це наш «запас на майбутнє», коли від копалин доведеться остаточно відмовитися, а відновлювані джерела енергії не зможуть повністю покривати всі потреби людства. Обсяг світового виробництва водню, зросте до кінця 2022 року та перевищить \$150 млрд. В найближчому майбутньому масове впровадження технології навряд чи відбудеться, необхідно ще вирішити низку проблем, пов'язаних з виробництвом та експлуатацією спеціальних енергоустановок, знизити їх вартість, тоді воднева енергетика вийде на новий рівень і, можливо, буде також поширена, як сьогодні традиційна або гідроенергетика.

Список використаних джерел

1. Воднева енергетика. https://spravochnick.ru/ekologiya/netradicionnye_istochniki_energii/vodorodnaya_energetika
2. Об'єднаний інститут високих температур. https://jiht.ru/staff/page_units/lab-2-1-3-3/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%B8%20%D0%92%D1%8B%D0%BF%201%202017.pdf
3. Перспективи атомно-водневої енергетики https://www.eriras.ru/files/5_ponomarev-st_prezentatsiyaa_25_10_18-.pdf
4. Віктор Зайченко про отримання водню <https://postnauka.ru/video/41197>
5. Виробництво водню для одержання енергії <https://beelead.com/energiya-vodoroda/>

Науковий керівник ст. викладач Дубовик В.Г.