

HIGH PRESSURE HYDROGEN ELECTROLYZER FOR AUTO AND INDUSTRIAL APPLICATIONS

Description

Offered electrolyzer design employs a new method of separating the processes of gas (hydrogen and oxygen) liberation in time. Therefore, operation of electrolytic system becomes cyclic, that is, it consists of alternative cycles of hydrogen liberation and oxygen liberation. Separating in time the processes of gas liberation is possible if one of the water electrolysis products is accumulated in an electrochemically active compound found in the electrochemical cell in the liquid or solid phase (active electrode). This does not result in a dramatic change in the volume of this compound, and allows obtaining the second component on the passive electrode in the form of gas without any separating membranes. Then, with polarity reversal, the cycle of the accumulated component liberation takes place on the electrodes. During the processes, gas pressure can be limited only by solidity of constructional elements and the threshold of gas solubility in electrolyte. In practice, the actual pressure level is within 70.0 MPa. The proposed electrolyzer option can ensure production of 5 nm³ of hydrogen per hour under the pressure of 120 atm without using a compressor.

Key electrolyzer cost-effectiveness indices are:

- installation efficiency is 75–80 %;
- power consumption for producing 1 m³ of hydrogen and 0.5 m³ of oxygen is up to 4.3 kW;
- dimensions of the plant: width 670 mm, depth 560 mm, height 2550 mm.

A method has been developed which allows maintaining the activity of electrode materials at a sufficiently high level, and to extend the nomenclature of materials suitable for design of fuel cells. This method involves practical implementation of technology which allows to maintain activity of electrode materials at a specified level by selecting operation regimes which provide for self-regeneration capability of electrochemical systems.

Innovative Aspects and Main Advantages

The advantage of using a high pressure electrolyzer is that it can utilize non-conventional electric power and accumulate high-pressure hydrogen. So, it can generate electric power by operating as a fuel element. The novel feature of the technology offered is that the reversible electrochemical cell employs a unique regeneration technology allowing to remove the sponge (dissolve or transfer it to an auxiliary electrode), and then deposit it on the working electrodes in the same electrolyte that is used when the fuel cell operates in the standard regime. The proposed system excels other known systems of hydrogen accumulation and use in:



Fig. 1. Operating prototype of a high pressure electrolyzer



Fig. 2. Electrode stack high pressure electrolyze

- technical level;
- simplicity of assembling and service;
- reliability and safety.

Area of Application

High pressure electrolyzer is intended for wide use on objects with renewal sources of energy, and also in the industries using hydrogen as the technological product (chemical, metallurgical, food industries etc.)

Generation of high-pressure hydrogen allows to consider developed electrolysis equipment as an element for the infrastructure of automobile hydrogen filling stations.

Stage of development

Operating prototypes of a high pressure electrolyzer have been developed.

The system has undergone laboratory and full-scale tests at SDB "Yuzhnoye" (Dnepropetrovsk) and in Southern regions of Ukraine, in particular, in Crimea. It is patented.

A stand model of electrochemical cell working as fuel cell has been developed. It is patented.

Contact details:

A. N. Podgorny Institute for Mechanical Engineering Problems NAS of Ukraine
 Victor Solovey, Professor, Dr.Sc,
 2/10 Pozharsky Str., Kharkov 46, 61046 Ukraine
 Tel. +38 (0572) 94-28-11, 95-95-96, 95-95-15
 E-mail: solovey@kharkov.ua.

ЕЛЕКТРОЛІЗЕР ВИСОКОГО ТИСКУ

Огляд пропозиції

У пропонованій конструкції електролізера використовується новий спосіб поділу процесів виділення газів (водню і кисню) у часі, тобто процес роботи електролітичної системи стає циклічним і складається з таких, де чергуються періоди виділення водню і кисню. Поділ у часі процесів виділення газів можливо у випадку накопичення одного з продуктів електролізу води в електрохімічно активній сполуці, яка знаходиться в електрохімічній комірці в рідкій чи твердій фазі (активний електрод), що не призводить до скільки-небудь значної зміни об'єму цієї сполуки і дозволяє отримати другий компонент на пасивному електроді у вигляді газу без застосування будь-яких розділювальних мембран. Потім при зміні полярності на електродах відбувається цикл виділення накопиченого компонента. При цьому величина тиску газів може бути обмежена тільки міцністю конструктивних елементів і порогом розчинності газів в електроліті. Реально досягнутий на практиці рівень тиску становить 70,0 МПа. Розроблювальний варіант електролізера забезпечить одержання 5 м³ водню в годину при тиску 120 атм. без використання компресора. Основні техніко-економічні показники діючого зразка електролізера високого тиску:

- ККД установки становить 75–80 %;
- витрати енергії – 4,3 кВт на виробництво 1 м³ водню та 0,5 м³ кисню;
- габарити установки: ширина 670 мм, глибина 560 мм, висота 2550 мм.

Розроблено метод, який дозволяє зберегти активність електродних матеріалів на досить високому рівні і розширити перелік матеріалів, придатних для конструювання паливних елементів. Він пов'язаний з реалізацією технології, що забезпечує підтримку активності на заданому рівні електродних матеріалів, шляхом вибору режимів роботи, які забезпечують здатність електрохімічних систем до саморегенерації.

Новизна та основні переваги

Перевага використання електролізера високого тиску полягає в тому, що він може використовувати некондиційну електричну енергію і накопичувати водень при високому тиску, а також виробляти електричну енергію, працюючи як паливний елемент. Особливістю запропонованої технології є те, що в паливному елементі використовується електрохімічна система регенерації, яка дозволяє видаляти (чи переносити на допоміжний електрод), а потім осаджувати губку на робочі електроди, у тому ж електроліті, що використовується при роботі паливного елемента в штатному режимі. По своєму технічному рівню, простоті монтажу й обслугову-



Рис. 1. Загальний вигляд макету дослідно-промислової установки



Рис. 2. Електродний блок розділення біогазу

вання, надійності і безпеці, ця система перевершує відомі зразки систем, що забезпечують накопичення і використання водню.

Галузі застосування

Розробка призначена для широкомасштабного впровадження на об'єктах, які використовують відновлювальні джерела енергії, а також в промисловості, де водень використовують як технологічний продукт (хімічна, металургійна, харчова та інш.).

Генерація водню високого тиску дозволяє розглядати розроблене електролізне устаткування у якості елемента інфраструктури автомобільних водневих заправочних станцій.

Стадія розробки

- Створено діючий зразок електролізера високого тиску (Рис. 1, 2)
- Розробка пройшла лабораторні і натурні випробування в ДКБ "Південне" (м. Дніпропетровськ); південних регіонах України, зокрема в Криму.
- Розроблено стендовий зразок електрохімічної комірки, яка працює як паливний елемент.
- Розробка захищена патентами України.

Контактна інформація

Інститут проблем машинобудування НАН України
Соловей Віктор Васильович, д.т.н., професор, завідувачий відділом
вул. Дм. Пожарського 2/10, Харків, 61046, Україна
Тел. +38(0572) 94-28-11, 95-95-96, 95-95-15
E-mail: solovey@kharkov.ua.