

Výukové pracoviště pro zjišťování charakteristik elektrolyzérů a palivového článku

P. Abraham, P. Tošer, K. Tonar, P. Bača

Ústav elektrotechnologie, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, VUT v Brně,
Technická 10, Brno

E-mail : xabrah02@stud.feec.vutbr.cz

Anotace:

Tento článek pojednává o vytvoření nového pracoviště, které bude sloužit pro výuku studentů. Pracoviště vzniklo v rámci projektu FRVŠ a má studentům přiblížit praktickým způsobem fungování elektrolyzérů a palivového článku a zvýšit jejich zájem o problematiku obnovitelných zdrojů obecně. V tomto článku jsou též ukázány první provedená měření, která ukazují: závislost vývoje vodíku na výkonu, voltampérovou charakteristiku elektrolyzérů a základní charakteristiky palivového článku.

This article deals with new apparatus created for teaching purposes. The apparatus should familiarize students with functioning of electrolyzer and fuel cell in a practical way and make them to be interested generally in renewable sources of power. This paper also presents first results of measuring that are dependency of hydrogen gas produced, volt-ampere characteristics of electrolyzer and fuel cell.

ÚVOD

Globální oteplování a změny v životním prostředí jsou dnes žhavými tématy k diskusi. Hlavní příčiny těchto jevů by tedy měly být eliminovány v tomto století. Správnou cestu snad ukazují obnovitelné zdroje energie. Jedním z možných způsobů jak uchovat velké množství energie je vodík [1]. Z toho důvodu vznikla na našem ústavu elektrotechnologie nová laboratorní úloha, která si klade za úkol s touto problematikou seznámit studenty.

TEORETICKÝ ÚVOD

Princip PEM (proton – exchange - membrane) elektrolyzérů s protonově vodivou membránou je schematicky znázorněn v pravé části Obr. 1 a je v zásadě inverzní k principu činnosti palivového článku. Protonově vodivá membrána, k níž jsou připojeny porézní elektrody opatřené katalytickou vrstvou, je ponořena do vody a k elektrodám je připojen vnější zdroj proudu. Na anodě dochází k rozkladu molekul vody na vodík a kyslík. Zatímco kyslík uniká ve formě plynu pryč, vodík se naváže na katalytickou vrstvu elektrody, kde dojde k jeho oxidaci.

Zatímco protony jsou přitahovány skrz membránu (elektrolyt) k záporné katodě, elektrony odcházejí vnějším obvodem ke kladnému pólu zdroje. Na straně katody dochází k redukci protonů s elektrony z vnějšího zdroje za vzniku plynného vodíku. Dvě molekuly vody se vždy rozloží na dvě molekuly vodíku a jednu molekulu kyslíku – molární objemy vodíku a kyslíku, unikající z elektrolyzérů za jednotku času, jsou tedy v poměru 2:1.

Základem PEM palivového článku je membrána (elektrolyt) tvořená cca 100 μm silnou vrstvou polymeru, kterým mohou volně difundovat protony, zatímco elektrony jím procházet nemohou. Po obou stranách membrány jsou umístěny porézní, dobře vodivé elektrody, které jsou opatřeny katalytickou vrstvou, nejčastěji z platiny. Na jednu z elektrod (anodu) je přiváděn vodík, zatímco na druhou (katodu) je přiváděn kyslík, přičemž ten může být nahrazen vzduchem (vzdušným kyslíkem).

Poté, co se plynný vodík naváže na katalytickou vrstvu anody, dojde k oxidaci – rozdělení na kladné ionty H^+ (protony) a elektrony e^- . Takto uvolněné protony mohou difundovat membránou (elektrolytem) směrem k druhé elektrodě (katodě), čímž se katoda oproti anodě začne kladně nabíjet. Tento proces trvá tak dlouho, dokud narůstající rozdíl potenciálů mezi elektrodami nezpůsobí, že část protonů začne difundovat zpět k anodě, čímž dojde k ustálení rovnovážného stavu, tzv. dynamické rovnováže.

Protože katoda je díky difúzi protonů kladnější než anoda a elektrony nemohou difundovat skrz membránu, začnou po připojení článku do obvodu procházet na katodu vnějším obvodem, kterým tímto počne protékat elektrický proud. Odpadním produktem palivového článku je chemicky čistá voda.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Byla sestavena úloha, tak jak to ukazuje obr. 1. V této úloze je možno měřit účinnost systému. Do systému nejdříve vstupuje elektrická energie ze solárního panelu nebo elektrického zdroje, která je využita na rozklad vody v elektrolyzérů. Ze vznikajících plynů je jímán vodík do úložiště a kyslík volně uniká do

atmosféry. V dalším kroku je vodík využit v palivovém článku za opětovného vzniku vody.

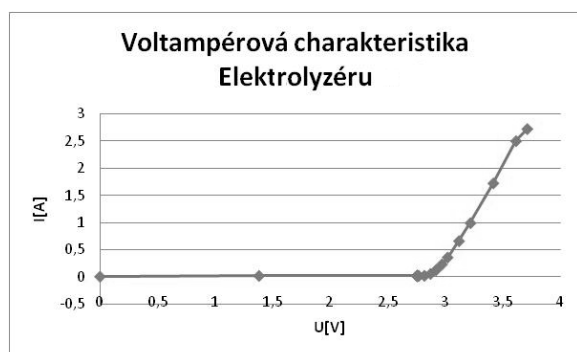
1) Elektrolyzátor

Elektrolyzátor dosahuje výkonu až 15 W při 4 V. Povolené stejnosměrné pracovní napětí a proud je 3 až 4 V respektive 0 – 4 A. Plocha elektrod je 2 x 16 cm², Generované množství plynu je až 65 cm³/min [2].

U elektrolyzátoru jsme změřili voltampérovou charakteristiku, kterou ukazuje Obr. 2. Je zde dobře vidět pracovní oblast elektrolyzátoru mezi 3 a 4 V. Dále jsme měřením určili množství vyprodukovaného vodíku v závislosti na dodaném výkonu. Získaný průběh ukazuje Obr. 3. Je vidět že závislost je lineární.



Obr. 1: Pohled na výukové pracoviště



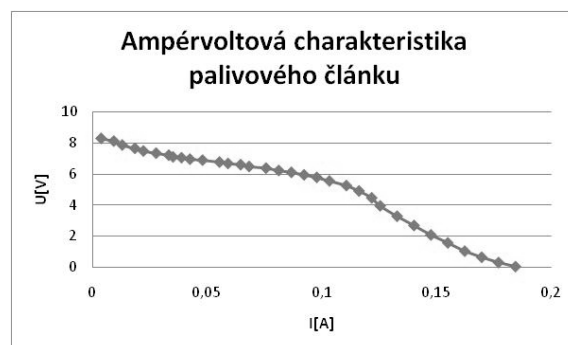
Obr. 2: Voltampérová charakteristika elektrolyzátoru



Obr. 3: Závislost vývoje vodíku na výkonu

2) Palivový článek

Palivový článek je složen z deseti malých článků o výkonu 10 x 200 mW. Generované napětí 10 x (0,4 – 0,96 V) [2]. V případě palivového článku jsme změřili ampérvoltovou charakteristiku a závislosti výkonu na napětí respektive na proudu, jak to ukazují následující obr. č. 4,5,6.



Obr. 4: Ampérvoltová charakteristika palivového článku



Obr. 5: Závislost výkonu palivového článku na proudu



Obr. 6: Závislost výkonu palivového článku na napětí

PODĚKOVÁNÍ

EU project CZ.1.05/2.1.00/01.0014 a FRVŠ projekt 31228.

LITERATURA

- [1] V. Quasching, Understanding renewable energy systems, 3rd edition, London, Earthscan, 2007
- [2] 2. H-Tec Operating Instructions, h-tec Wasserstoff-Energie-Systeme GmbH, manual dodávaný se zařízením, 2010.