

Palivový článok – zdroj energie

Branislav Petráš, Tomáš Brestovič

Úvod

Palivové články (PČ) predstavujú čistou technológiu výroby elektrickej energie s vysokou účinnosťou. PČ sú známe od polovice 19. storočia, ale ich komerčné nasadenie je zatiaľ stále vo fáze príprav. PČ sú alternatívou súčasných zdrojov energie na fosilné palivá. Hlavným zámerom je ich nasadenie v automobilovom a leteckom priemysle.

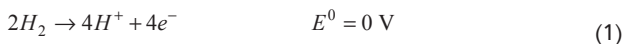
Existuje niekoľko typov PČ, ktoré sa odlišujú funkčným princípom a vhodnosťou použitia. Na Slovensku táto technológia nie je ešte príliš známa, preto chceme týmto článkom čitateľovi priblížiť problematiku funkcie, konštrukcie a prevádzkových parametrov PČ.

1. Princíp palivového článku

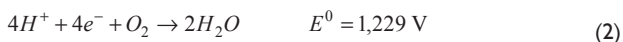
PČ je elektrochemické zariadenie, ktoré počas oxidačno-redukčnej reakcie premieňa chemickú energiu paliva priamo na energiu elektrickej. Základný princíp premeny energie je pre všetky PČ rovnaký, jednotlivé typy PČ sa však líšia materiálom elektród, použitým elektrolytom, pracovnou teplotou a chemickými reakciami na anódach a katódach [1].

Reakcie prebiehajúce v PČ pri elektrochemickej oxidácii paliva a redukcii oxidličovadla:

Reakcia na anóde:



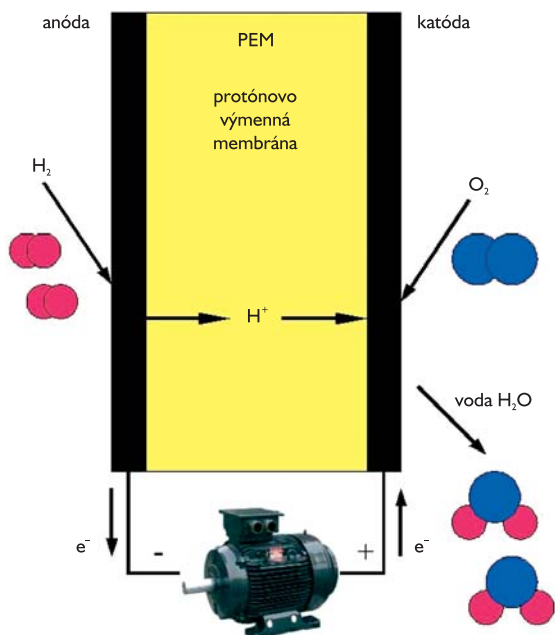
Reakcia na katóde:



Celkový dej:



Molekulárny vodík sa privádza na anódu PČ, kde sa pôsobením katalyzátora (Pt) rozkladá na dve vodíkové jadrá a dva elektróny. Vodíkové



Obr.1 Princíp činnosti palivového článku PEM

jadrá (protóny) prechádzajú membránou PEM a na katóde sa oxidujú kyslíkom, pričom sa uzatvorí elektrický obvod a záťažou začne pretekať elektrický prúd. Vedľajším produktom je čistá voda.

1.1 História palivových článkov

Koncepciu prvého PČ vytvoril v r. 1839 britský vedec a vynálezca sir William Robert Grove, ktorý zistil, že procesom inverzným k elektrolyze vody možno vyrábať elektrickú energiu. F. T. Bacon predstavil v polovici 20. storočia prvý prevádzkyschopný PČ. V nasledujúcich rokoch sa PČ stali základným energetickým systémom mnohých vesmírnych programov NASA.

1.2 Palivo v palivovom článku

Najčastejšie používaným palivom PČ je čistý vodík, ktorý v PČ reaguje priamo s kyslíkom za vzniku vody a elektrického prúdu. Pre bežné aplikácie sa uskladňuje:

- v tlakových nádobách,
- kryogénne (skvapalnený),
- v metalhydridoch,
- adsorpciou vodíka na vláknoch s veľkým povrchom.

Pre problematické uskladňovanie sa začali používať PČ, ktoré využívajú vodík chemicky viazaný v metanole. Na získavanie vodíka z metanolu sa používa reformátor, pri ktorom sa vodík získava reformným procesom. Tieto palivá nazývame tzv. nepriame palivá. Medzi tieto nepriame palivá patria napr. aj zemný plyn, metán a etanol. Reformáciou týchto palív vodnou parou alebo parciálnou oxidáciou pri vysokých teplotách vzniká vodík a oxidy uhlíka, čo však spôsobuje znečistenie životného prostredia.

1.3 Typy palivových článkov

PČ rozdeľujeme podľa pracovnej teploty na PČ pre vysoký, stredný a nízky (okolitý) teplotný systém, alebo podľa prevádzkového tlaku na PČ pre vysoký, stredný a nízky (atmosférický) tlakový systém [2]. V súčasnosti jestvuje niekoľko druhov PČ, ktoré sú pomenované podľa typu používaného elektrolytu:

V praxi rozlišujeme podľa druhu elektrolytu šesť základných typov PČ, ktoré sú podľa pracovnej teploty rozdelené do troch kategórií:

- PČ s nízkou prevádzkovou teplotou (od 60 do 120 °C):
 - alkalické PČ,
 - polymérové PČ,
 - metanolové PČ,
- PČ so strednou prevádzkovou teplotou (od 160 do 220 °C):
 - PČ s kyselinou fosforečnou,
- PČ s vysokou prevádzkovou teplotou (od 600 do 1 000 °C):
 - PČ s taveninou karbonátu,
 - keramické PČ.

palivový článok	elektrolyt
AFC	roztok KOH
PEM	protónová priepustná membrána
PA	kyselina fosforečná
MC	uhlíčitán litný alebo draselný
SO	tuhý keramický systém

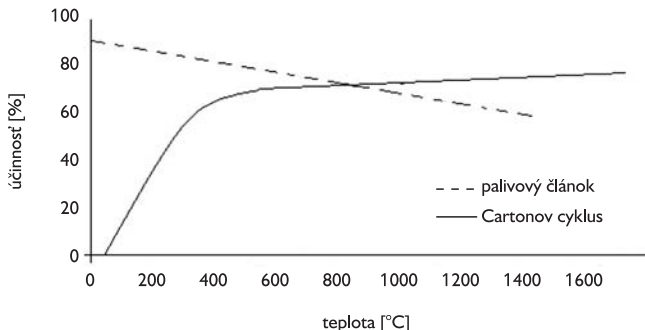
Tab.1 Druh palivového článku podľa typu elektrolytu

1.4 Účinnosť palivového článku

Teoretická účinnosť PČ vzťahujúca sa na hodnotu ΔH_{298} je daná vzťahom (4) [3].

$$\eta_{p\check{c}} = \frac{\Delta G_{298}}{\Delta H_{298}} = 0,83 \quad (4)$$

kde ΔG_{298} je zmena Gibbsovej energie reakcie, ktorá udáva, aké minimálne množstvo práce musíme vynaložiť na rozštiepenie 1 mólu vody na vodík a kyslík pri tlaku 101 325 Pa a teplote 298 K a ΔH_{298} predstavuje zmenu entalpie reakcie.



Obr.2 Porovnanie medzi účinnosťou palivového článku a Carnotovho cyklu

2. Konštrukcia palivového článku PEM

2.1 Bipolárne dosky

Bipolárne dosky tvoria hlavný reťazec vodíkového PČ energetického zásobníka, vodivého prúdu medzi článkami, umožňujú vedenie vody a tepla cez PČ a poskytujú kanálom reakčné plyny, menovite vodík a kyslík. Štandardným materiálom pre bipolárne dosky PČ PEM je grafit a grafitové kompozitá.

2.2 Elektróda v palivovom článku PEM

Elektróda pozostáva z dvoch podstatných častí: plynovo difúznej vrstvy a samotnej elektródy. Elektródu tvorí látka z pórovitého uhlíka s hydrofóbnym povlakom. Na mieste elektrochemickej reakcie musia byť elektródy katalytické. Najlepším katalyzátorom je platina. Platina je aj najlepším katalyzátorom pre obidve reakcie – kyslíkovo-oxidačné a kyslíkovo-redukčné. Podstatným problémom – vzhľadom na jej cenu – je vysoký potrebný obsah platiny (4 mg/cm²). Preto v súčasnosti prebiehajú pokusy o zníženie potrebného množstva platiny (na 0,2 mg/cm²) pri zvýšení výkonu.

2.3 Distribútor plynu v palivovom článku PEM

PČ PEM používa plynovú distribučnú vrstvu (DGLs) na dokonalejší rozvod plynu po celej ploche elektródovej oblasti. Výsledkom použitia týchto GDLs je zvýšenie účinnosti priestorovej distribúcie plynu na membránovej elektródovej konštrukcii (MEA), ktoré spôsobuje celkové zvýšenie účinnosti PČ. GDL má zaistiť vhodný transport reaktantov (O₂, H₂) a odvod tepla. Najčastejšie používaným materiálom je pórovitý uhlík a jeho kompozitá.

2.4 Pevný elektrolyt v palivovom článku PEM

Pevným elektrolytom v PČ PEM je membrána. Najčastejšie používaná membrána – perfluórsulfónový acidobázický polymér (PFSA) – má hlavný reťazec tvorený Teflónom a postranné reťazce zakončené sulfónovoacidickými skupinami (HSO₃). Membrána musí byť pre svoju činnosť dostatočne hydratovaná. Hydratácia má taký silný vplyv na vlastnosti membrány PČ PEM, že spôsob toku vyrobenej vody je kľúčom k dosiahnutiu optimálneho výkonu, spoľahlivosti a životnosti.

2.5 Využitie palivových článkov PEM

PČ PEM by si v blízkej budúcnosti mali nájsť uplatnenie v mobilných aj stacionárnych aplikáciách. Ide predovšetkým o automobilový a letecký priemysel. Otázne však ostávajú možnosti uskladňovania vodíka a jeho následného použitia v mobilných aplikáciách. Na trhu sa objavujú prototypy automobilov poháňaných PČ či už na vodík, alebo na metanol. Nevýhodou je ich vysoká cena a nedostupnosť čerpacích staníc.

Záver

Neustály dopyt po rope a zvyšovanie nárokov na jej ťažbu privádzajú vlády ekonomicky silných krajín k tlaku na využívanie ekologických palív, medzi ktoré vodík – vzhľadom na svoju nulovú produkciu skleníkových plynov pri horení – určite patrí. Jednou z alternatív je vodík získaný z obnoviteľných zdrojov, ktorý by sa mohol použiť ako palivo v PČ PEM určených hlavne pre mobilné aplikácie v automobilovom a leteckom priemysle. Hlavným problémom pri využívaní PČ je však ich cena, pričom predovšetkým ide o cenu komponentov do týchto PČ. Problémom ostáva platina, ktorá sa používa ako katalyzátor a ktorej terajšie zásoby by neboli postačujúce pre potreby automobilového priemyslu. Ďalším problémom sú membrány. Spoločnosti, ktoré tieto membrány vyrábajú, sa sústreďujú na to, aby sa vyznačovali vynikajúcimi elektrochemickými a mechanickými vlastnosťami pri prevádzkových teplotách PČ. Ostáva iba dúfať, že s nástupom tejto technológie dôjde k zníženiu produkcie skleníkových plynov a k zníženiu znečistenia životného prostredia.

Literatúra

- [1] PORŠ, Z.: Palivové články. Praha 2002.
- [2] KORDESCH, K., SIMANDER, G.: Fuel cells and their applications. Weinheim 1996.
- [3] MATELLI, J. A., BAZZO, E.: Journal of Power Sources. 142 (2005). s. 160 – 168.

Ing. Branislav Petráš
Ing. Tomáš Brestovič

Technická univerzita Košice
Strojnícka fakulta
Katedra energetickej techniky
Vysokoškolská 4, 042 00 Košice
Tel.: 055/602 43 56
e-mal: branislav.petras@tuke.sk
tomas.brestovic@tuke.sk

55