Európsky **sociálny** fond

PALIVOVÝ ČLÁNOK

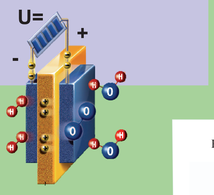
Elektrolýza vody a palivový článok sú vzájomne opačné procesy, pri ktorých dochádza k zmene elektrickej energie na chemickú a naopak.

Oba procesy majú svoj význam, v prípade elektrolýzy pre výrobu čistého vodíka H_2 a čistého kyslíka O_2,u palivového článku pre produkciu elektrickej energie, či už z týchto dvoch plynov, ale aj z metanolu.

Elektrolýza

Elektrolýza je elektrochemický proces, keď dochádza k rozkladu látky (elektrolytu) na dve jednoduchšie prvky, z ktorých sa skladá. Deje sa to na dvoch elektródach pod vplyvom vonkajšieho jednosmerného elektrického poľa. Veľkosť naloženého napätia musí prevýšiť prahovú hodnotu typickú pre daný materiál, nazývanú aj rozkladové napätie.

Najčastejším príkladom elektrolýzy je elektrolýza vody, keď elektrolytom je voda. Rozkladové napätie vody je 1,23 V. Ak naložíme na elektródy napätie prevyšujúce túto hodnotu, čistá voda sa začne rozkladať na vodík H_2 a kyslík O_2, teda na prvky, z ktorých sa voda skladá.



PEM Elektrolýza vody (Polymer Electrolyte Membrane):

Poznáme viacero typov elektrolýzy, my si popíšeme PEM elektrolýzu vody.

Zariadenie na PEM elektrolýzu (Polymer Electrolyte Membrane) pozostáva z membrány (na obrázku žltá), na ktorú sú nanesené dve kovové elektródy (modrej farby). Membránu tvorí PEM polymér SO.H, ktorý pri styku s vodou disociuje a stáva sa priepustným pre kladné ióny. Elektródy sú vyrobené z platiny, ktorá je zároveň katalyzátorom pre rozklad vody.

Samotný proces elektrolýzy prebieha nasledovne:

Na kladnej elektróde (anóde vpravo) sa voda H_2O rozkladá na kyslík O_2, kladné ióny vodíka $4H^+$ a štyri voľné elektróny (označené -). Kyslík v podobe plynu sa odpráci do priloženej nádoby. Uvoľnené elektróny sú odvedené nalokteným zdroja jednosmerným prúdom, teda kladným pólom napätí cez pre ne pripojeným na anódu. Kladné ióny H^+ prechádzajú cez pre ne priepustnú membránu. Na jej druhej strane, na záporne nabitej katóde, vchádzajú do styku s voľnými elektrónmi poskytovanými zdrojom napätia. Spolu reagujú a tvoria vodík H_2. Ten sa ako plyn odvádza do druhej priloženej nádoby.

Reakcia na anóde $2H_2O \Rightarrow 4H^+ + 4e^-$ + O_2

Reakcia na katóde $4H^+ + 4e^- \Rightarrow 2H_2$

Celková reakcia $2H_2O \Rightarrow 2H_2 + O_2$

Palivový článok

Palivový článok, opačne ako je to u elektrolýzy, nespotrebúvava ale produkuje elektrický prúd. Z privádzaného vodíka H_2 a kyslíka O_2 dokáže vyrobiť elektrickú energiu. Svojím možným použitím sa dá prirovnať k automobilovej batérií. Jeho hlavnou výhodou je podstatne nižšia hmotnosť a účinnosť.

Elektrická účinnosť palivových článkov je pomerne vysoká. PEM články majú účinnosť 40-60% a DMFC okolo 20-30%. Existujú typy, ktoré dosahujú účinnosť až 70%. Ďalšou výhodou palivových článkov je, že poskytujú napätie okamžite po ich zapojení, bez potreby nejakého zohrievania, či nabíjania. A pracujú pri izbovej teplote. Sú teda vhodnou náhradou akumulátorov, či batérií, pričom môžu mať rovnako kompaktné rozmery. Napätie poskytujú dovtedy, pokiaľ nespotrebujú svoje palivo - vodík, či metanol. Jednoduchou výmenou ampulky s palivom ich vieme okamžite uviesť znovu do pracovného režimu.

Okrem kozmonautiky, kde jednoznačne nahradili ťažké akumulátory, sa dnes začínajú presadzovať aj pri návrhoch elektroautomobilov alebo ako prenosné zdroje elektrického prúdu. V budúcnosti sa predpokladá aj výroba elektrickej energie v domácich elektrárňach.

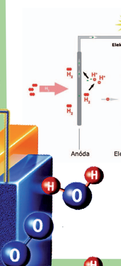
V najbližšom čase sa s nimi stretneme pri prenosných elektronických zariadeniach, kde namiesto zdĺhavého nabíjania akumulátora bude stačiť vymeniť palivovému článku ampulku s palivom.

Objav

Princip elektrochemického palivového článku objavil v roku 1839 waleský fyzik sir William Grove, ktorému sa ako prvému podarilo vyrobiť z vodika a kyslíka jednosmerný prúd. Bolo to pri pokuse o obrátenie procesu elektrolýzy. V dôsledku nepochopenia významu vynálezu a neskór objavenia elektrického dynama padla téma do zabudnutia.

Až začiatkom šesťdesiatych rokov 20. storočia bol palivový článok objavený znovu v súvislosti s rozvojom kozmonautiky. Kozmické lode potrebovali ľahšiu náhradu za ťažké batérie, preto boli do vesmírnych lodí Skylab a Apollo zabudované palivové články, ktoré zásobovali palubné prístroje elektrinou a posádku pitnou vodou, ako ich vedľajšieho produktu.

Palivový článok PEM FC (Polymer Electrolyte Membrane fuel cell):



PEM palivový článok spracováva kyslík a vodík, vedľajším jeho produktom je čistá voda H_2O.

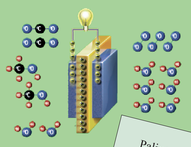
Palivový článok, podobne ako u elektrolýzy, pozostáva z PEM membrány - tenkého polymeru, ktorý je priepustný iba pre kladné ióny. Na túto membránu sú z oboch strán nanesené vrstvy platiny - katalyzátora, ktoré tvoria zároveň elektródy (katóda vpravo a anóda vľavo). Vodík H_2 privádzame na anódu a čistý kyslík O_2 na katódu. Platinová anóda štiepi vodík na kladné ióny H^+ a elektróny e^-. Kladné ióny H^+ môžu prechádzať PEM membránou na druhú stranu ku katóde. Tu by reagovali s privádzaným kyslíkom, aby mohli vytvoriť molekuly vody H_2O. Chýbajú im však k tomu elektróny e^-. V dôsledku anódy sa uvoľnili voľné elektróny avšak pre ne je PEM membrána nepriepustná. Ku katóde sa môžu priviesť len cez vonkajší obvod.

A tu je zdroj energie. Palivový článok tlačí do vonkajšieho obvodu tok elektrónov, poskytuje elektrický prúd. Produktom celej reakcie je len molekula H_2O vytekajúca z katódy.

Reakcia na anóde $2H_2 \Rightarrow 4H^+ + 4e^-$

Reakcia na katóde $O_2 + 4H^+ + 4e^- \Rightarrow 2H_2O$

Celková reakcia $2H_2 + O_2 \Rightarrow 2H_2O$



Palivový článok DMFC (Direct Methanol fuel cell):

Palivových článkov existuje viacero druhov, delia sa podľa látok, ktoré do nich vstupujú a produkujú elektrický prúd. Tým sú dané aj ich ešte vlastnosti a možnosti použitia. Jedným z nich je aj palivový článok, ktorý spracovává metanol a nemá tak nároky na čistý vodík, ktorý spracovává metanol a nemá tak nároky na čistý vodík, ktorý sa relatívne ťažko vyrába a skladuje.

Palivový článok DMFC pozostáva z rovnakých komponentov ako PEM článok. Na anódu sa však privádza metanol CH_3OH zriedený s vodou H_2O. Tu sa katalyticky štiepi na kladné ióny vodíka H^+, voľné elektróny e^-. Protóny sa zároveň uvoľňuje kysličník uhličitý CO_2, ktorý sa uvoľňuje ako postranný produkt celej reakcie. Podobne ako u PEM článku kladné ióny prechádzajú PEM membránou na druhú stranu, kde majú tendenciu s dodávaným kyslíkom reagovať a vytvárať molekuly vody. K tomu však potrebujú reagovať a vytvárať sú sem prečerpané vonkajším obvodom, cez ktorý takto tečie elektrický prúd.

Reakcia na anóde

$$2CH_3OH + 2H_2O \Rightarrow 2CO_2 + 12H^+ + 12e^-$$

Reakcia na katóde $3O_2 + 12H^+ + 12e^- \Rightarrow 6H_2O$

Celková reakcia $2CH_3OH + 3O_2 \Rightarrow 2CO_2 + 4H_2O$

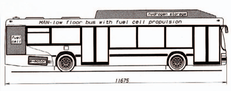
Výhody palivových článkov

- znižujú znečistenie spôsobené spaľovaním fosílnych palív (ropa, zemný plyn, uhlie), ak by sa aj vodík získaval iba elektrolýzou vody, tak by sa tým eliminoval skleníkový efekt
- nepotrebujú konvenčné palivá ako naftu a zemný plyn, čo eliminuje ekonomickú závislosť od politicky nestabilných krajín
- majú dvojnásobne vyššiu účinnosť ako vznetový motor a 5-10 násobne vyššiu účinnosť ako akumulátor
- keďže neobsahujú žiadne pohyblivé časti, hluk ktorý produkujú je vo väčšine prípadov zanedbateľný oproti spaľovacím motorom, taktiež údržba a opravy sú minimálne
- ich prevádzkový čas je omnoho dlhší, ako u batérií, pretože dĺžka prevádzky závisí iba od množstva paliva v zásobníku
- pri ich naplňaní/dobíjaní nevzniká pamäťový efekt
- nízkoteplotné, membránové (PEMFC, DMFC) zanechávajú slabú tepelnú stopu, čo je ideálna vlastnosť pre vojenské použitie

Nevýhody palivových článkov

- hlavným problémom brániacim ich komercionalizácii je nutnosť vybudovať novu infraštruktúru - produkciu, transport a čerpacie stanice vodíka
- výroba čistého vodíka z vody je energeticky náročná a výroba z uhľovodíkov nie je zase úplne ekologicky čistá
- doplňanie vodíka do takéhoto automobilu je dlhšie, ako pri spaľovacom motore a jeho dojazd je menší,
- ich cena je stále vysoká z dôvodu použitia drahých materiálov a konštruovania bez pomoci automatických liniek

Príklady použitia

Prvý autobus s palivovým článkom bol odskúšaný v roku 1993 v Chicagu. Súčasné modely majú parametre porovnateľné s bežnými autobusmi.

Európskym lídrom je nemecká firma MAN, ktorá v súčasnosti testuje autobusy s troma modulmi palivových článkov s výkonom po 40 kW, ktoré zásobujú dva asynchrónne motory s výkonom 75 kW (napätie 400 V, prúd 300 A). Stlačený vodík, uskladnený na streche autobusu, vystačí na 250 km jazdy pri rýchlosti 75 km/h.