

ELEKTROLÝZA VODY a PALIVOVÝ ČLÁNOK

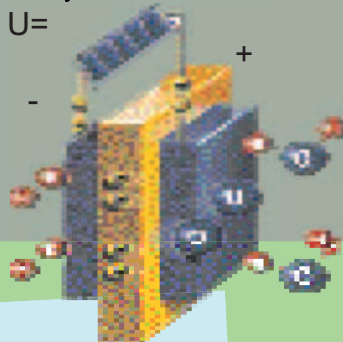
sú vzájomne opačné procesy, pri ktorých dochádza k zmene elektrickej energie na chemickú a naopak. Oba procesy majú svoj význam, v prípade elektrolýzy pre výrobu čistého vodíka H_2 a čistého kyslíka O_2 , u palivového článku pre produkciu elektrickej energie, či už z týchto dvoch plynov, ale aj z metanolu.

Elektrolýza

Elektrolýza je elektrochemický proces, keď dochádza k rozkladu látky (elektrolytu) na dva 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.



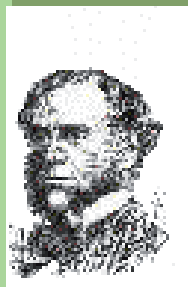
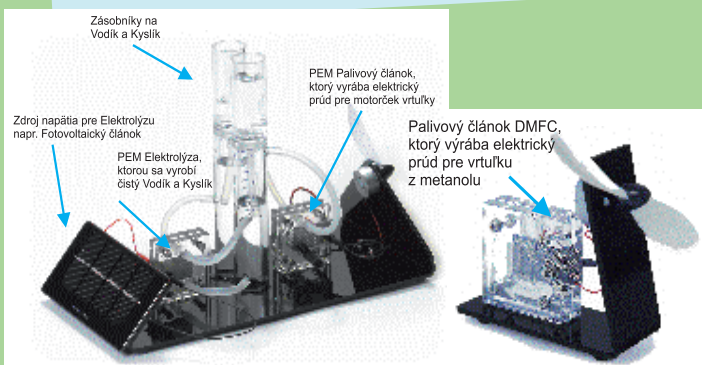
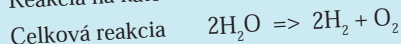
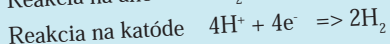
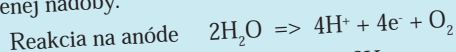
PEM Elektrolýza vody (Polymer Electrolyte Membrane):

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_3H , 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 odparí do priloženej nádoby. Uvoľnené elektróny sú odvedené naloženým vonkajším jednosmerným poľom, teda kladným pólom napäťového zdroja pripojeným na anódu. Kladné ióny H^+ prechádzajú cez pre ne priepustnú membránu. Na jej druhej strane, na zápornej 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.



Princíp elektrochemického palivového článku objavil v roku 1839 waleský fyzik sir William Grove, ktorému sa ako prvému podarilo vyrobiť z vodíka a kyslíka jednosmerný prúd. Bolo to pri pokuse o obrátenie procesu elektrolýzy. V dôsledku nepochopenia významu vynálezu a neskôr objavenia elektrického dynamu 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

Palivový článok, opačne ako je to u elektrolýzy, nespotrebuje 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 batérii. 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 zahrievania, 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.

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

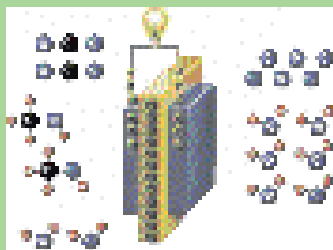
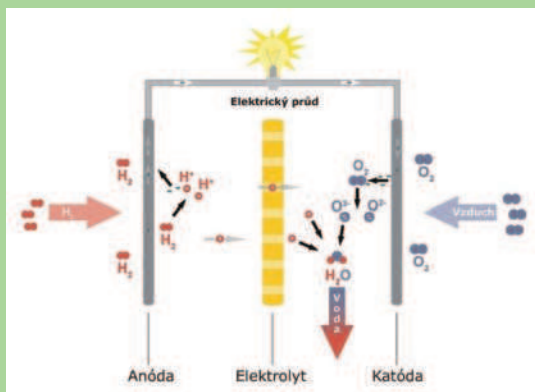
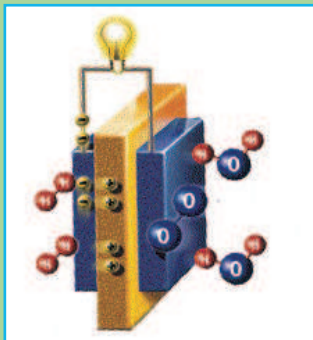
majú dvojnásobne vyššiu účinnosť ako vznetrový motor a 5-10 násobne vyššiu účinnosť ako akumulátor

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

nízkotepelné, membránové (PEMFC, DMFC) **zanechávajú** slabú tepelnú stopu, čo je ideálna vlastnosť pre vojenské použitie



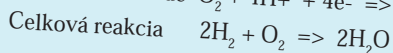
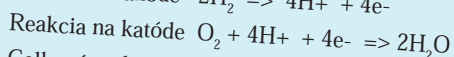
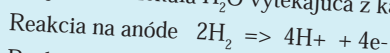
Palivový článok PEM

(Polymer Electrolyte Membrane):

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 polyméru, ktorý je priepustný iba pre kladné ióny. Na túto membránu sú z oboch strán nanosené 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 oblasti anódy sa uvoľnili voľné elektróny avšak pre ne je PEM membrána nepriepustná. Ku katóde sa môžu priviesť len cez vonkajší obvod.

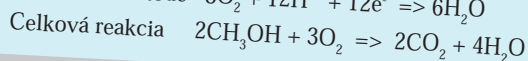
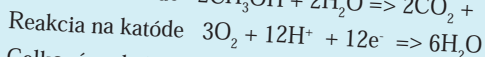
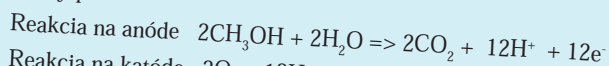
A tu je zdroj energie. Palivový článok tlačí do vonkajšieho obvodu tok elektrónov, poskytuje elektrický prúd. Produktom celej reakcie je len molekula H_2O vytekajúca z katódy.



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 rôzne vlastnosti a možnosti použitia. Jedným z nich je aj palivový článok, ktorý spracováva metanol a nemá také 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^- . Pritom sa zároveň uvoľňuje kyslíčnik 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 voľné elektróny, ktoré sú sem pretláčané vonkajším obvodom, cez ktorý takto tečie elektrický prúd.



Nevýhody palivových článkov

hlavným problémom brániacim ich komercializácii je nutnosť vybudovať novú infraštruktúru - produkciu, transport a čerpace stanice vodíka

výroba čistého vodíka z vody je energeticky náročná a výroba z uhl'ovodíkov nie je zase úplne ekologicky čistá

doplňovanie 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

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 domácych elektrárnach.

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

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



Svetové zásoby ropy a ostatných fosilných palív sú obmedzené. Neustály rast cien ropy, ako aj závislosť na politicky nestabilných krajinách núti výrobcov automobilov hľadať alternatívu. Postupne preto môžeme očakávať príchod alternatívnych palív, hybridných motorov, či nasadenia palivových článkov u elektromobilov.

Alternatívne palivá

Výhodou alternatívnych palív je, že ich nasadenie je možné nielen u nových automobiloch, kde majú konštruktéri takpovediac voľné ruky, ale aj pri starších motorových vozidlách. Ide hlavne o bionaftu, etanol alebo zemný plyn.

Etanol

V krátkom časovom horizonte bude etanol najvýznamnejším alternatívnym palivom pre všetky vozidlá. Čistý etanol sa mieša s aditívom na podporu vznietenia.

Samotný etanol sa vyrába z cukrovej trstiny či cukrovej repy, ale surovinou môžu byť aj obiloviny alebo biologické odpady, napr. lesný odpad. Má síce nižšiu energetickú kapacitu ako nafta či benzín, ale keďže je kvapalný, ľahko sa uskladňuje a ľahko sa s ním manipuluje – vo vozidlách aj pri distribúcii.

Už dnes vyrábané vznietové motory bývajú prispôbené na spaľovanie etanolu. Pohon na naftu je možné prepnúť na etanolový pohon.

Metylester repky olejnej (RME)

Druhou alternatívou je metylester repky olejnej, ktorý možno používať vo vznietových motoroch. Nie sú pritom potrebné žiadne technické úpravy. RME sa vyrába z repkového oleja a niekedy sa nazýva tiež FAME (z anglického Fatty Acid Methyl Ester – metylester mastných kyselín). RME možno miešať s naftou a môže tak podporiť prechod na alternatívne palivá. Moderné vznietové motory už dnes dokážu pracovať na 100% RME a to až do teploty -10°C. Nevýhodou je skrátenie intervalov výmeny oleja.



Elektromobil

Najväčšou prekážkou presadenia sa elektromobilov je zatiaľ nedostatočná kapacita akumulátorov, čo sa v konečnom dôsledku prejavuje v malom akčnom rádiuse elektromobilu. Aby boli elektromobily prijateľné, ich akumulátory by museli mať oproti dnešným až trojnásobne vyššiu kapacitu. Druhou vážnou prekážkou totiž je, že dobíjanie akumulátorov trvá istý čas – rádovo niekoľko hodín. Nedajú sa dotankovať ako palivo za pár minút.

Tu sa predpokladá budúcnosť palivových článkov. Cesta k takýmto vozidlám s palivovými článkami je však dnes ešte „zarúbaná“. Prekážkou rozšírenia je životnosť palivových článkov, uskladnenie vodíka v zásobníkoch, a chýbajúca infraštruktúra čerpacích staníc s vodíkom.



Bioplyn a zemný plyn CNG

Ďalšou atraktívnou alternatívou je zemný plyn, a to aj napriek tomu, že je vhodný hlavne pre stacionárne inštalácie, ako sú teplárne a elektrárne. Hmotnosť palivových nádrží (600 – 800 kg navyše) však znižuje užitočné zaťaženie vozidla a následne i dojazd a flexibilitu. Preto sa CNG či bioplyn uplatňuje najlepšie pri autobusoch. Výhodou je tichý chod plynom poháňaného motora.

Je nutné si uvedomiť, že CNG (Compressed Natural Gas – stlačený zemný plyn) je tiež fosilné palivo. Jeho zdroje sú podobne ako zásoby ropy obmedzené, avšak zásoby CNG sú oveľa väčšie ako ropy. Ako náhradu však možno použiť aj tzv. Bioplyn, ktorý je z obnoviteľných zdrojov. Miesta, kde sa ťaží ropa, obvykle mávajú prebytky zemného plynu, čo sa odráža v jeho priaznivej cene.

Zemný plyn sa tak stal atraktívnym už aj pre osobné vozidlá, aj napriek nevýhodným ťažkým a objemným tlakovým nádobám a obmedzenému dojazdu. Navyše motor na plynový pohon funguje v „Ottovom“ cykle (teda podobne ako bežný zážihový motor), takže vykazuje nižšiu účinnosť ako vznietový agregát. Na danú prácu teda spotrebuje viac paliva ako diesel.

Syntetická nafta

Fosílnu naftu možno postupne nahradzovať syntetickou naftou, ktorú možno vyrábať zo zemného plynu, biologického odpadu a ďalších materiálov. Syntetickú naftu možno miešať s bežnou naftou. Postupné zvyšovanie jej podielu uľahčí pozvoľný prechod k alternatívnym pohonom bez dopadu na vlastnosti paliva. Práve toto bude veľmi dôležité pre staršie vozidlá.

Hybridné motory

Hybridné pohony by sa mali stať komerčne dostupnejšie v najbližších rokoch. Ich výhodou je, že sľubujú 25 a viac percentnú úsporu paliva, a to predovšetkým v mestskej premávke charakterizovanej opakovanými rozjazdmi a zastaveniami.

Hybridná technológia vychádza z technológie súčasných vozidiel, ktorú dopĺňa o elektrický motor/generátor na pohon a recykláciu energie a samozrejme, aj veľkokapacitné kondenzátory na uchovávanie elektrickej energie. Popri ňom zároveň pracuje samotný spaľovací motor na naftu, etanol alebo niektorý zo spomínaných plynov.

S hybridným pohonom sú však spojené mimoriadne vysoké náklady. Práve preto sa zatiaľ v prípade osobných áut hybridný pohon kombinuje len so zážihovým motorom. Ten je totiž v porovnaní so vznietovým podstatne lacnejší.

Palivo budúcnosti - termojadrová syntéza

V súčasnosti sa na výrobu elektrickej energie využíva najmä energia z fosílnych palív: ropy uhlia a zemného plynu, ako aj vodná energia a energia zo štiepenia jadra. Zdroje fosílnych palív sú ale obmedzené. Je otázkou času, kedy budú vyčerpané.

Výroba energie v jadrových elektrárnach, ktorá ich môže nahradiť je však doprevádzaná problémami s vyhoreným jadrovým odpadom. A tiež je závislá od zásob uránu na Zemi.

Preto pre krytie energetických potrieb budúcnosti potrebuje Európa ďalší bezpečnejší a nevyčerateľný zdroj energie. Termonukleárna syntéza, nazývaná tiež fúziou je jedným z nich.

Fúzia

Fúzia je bezpečným zdrojom energie s prakticky nevyčerateľnými zásobami paliva. Z dlhodobého hľadiska je fúzia schopná produkovať dostatočné množstvo energie s minimálnym vplyvom na životné prostredie.

Elektrárň na princípe riadenej fúzie nájde uplatnenie v husto obývaných oblastiach a priemyselných zónach s vysokým dopytom po energii. Zároveň bude

produkovať vodík využiteľný v priemysle, alebo napríklad na pohon áut.

Fúzia je spôsob, akým produkuje energiu Slnko a ostatné hviezdy.

Princíp fúzie je založený na zlučovaní jadier ľahkých atómov a vytváraní ťažších prvkov, ktoré sprevádza uvoľnenie veľkého množstva energie.

Fúzia na Zemi

Termojadrová fúzia prebieha v jadre Slnka vďaka vysokému tlaku vyvolanému gravitačnými silami a pri teplote „iba“ 10 miliónov °C.

Na Zemi s využitím súčasných technológií dokážeme dosiahnuť len zhruba 10 miliárd násobne nižší tlak ako na Slnku. Aby sa dosiahlo zapálenie fúzných reakcií v dostatočnom rozsahu, musí byť toto obmedzenie vyvážené omnoho vyššou teplotou - až

100 miliónov °C. Pri tejto teplote sa látky nachádzajú v stave plazmy.

Celý problém dosiahnutia vysokej teploty plazmy spočíva v potrebe prekonania elektrickej odpudivej sily medzi dvoma kladnými iónmi vodíka - deutériom a trícium. Oba ióny potrebujeme zblížiť natoľko, aby medzi nimi mohli začať účinkovať silné jadrové sily, ktoré udržiavajú jadrá pokope. Aby došlo k zblíženiu

kladných iónov potrebujeme im udeliť dostatočne vysokú rýchlosť. A tá je dôsledkom vysokých teplôt.

Na Slnku sú rýchlo pohybujúce sa ióny v dostatočnom množstve a vo vysokej teplote. Na seba teda narážajú tak často, že produkujú dostatočne veľa energie na spätný ohrev plazmy. Tým sú splnené podmienky ustálennej jadrovej syntézy.

Na zemi sa potrebné vysoké teploty dosiahli iba pri výbuchu atómovej bomby (štiepny proces). Uvoľnené teplo je však dostatočné na naštartovanie len neriadenej fúznej syntézy - výbuch vodíkovej bomby. Neprekonaným problémom totiž ostáva spracovanie rýchlo uvoľnenej energie v prospech dlhotrvajúcich podmienok potrebných na udržanie jadrovej syntézy - fúzie.

Vákuová nádoba na izolovanie plazmy od vonkajšieho prostredia. Zabraňuje znečisteniu plazmy ako aj jej ochladzovaniu.

Toroidálne cievky vytvárajú silné magnetické pole o hodnote 5 Tesla (100 000-krát viac ako pole Zeme). Udržujú plazmu v strede toroidálneho priestoru a zabraňujú styku plazmy s plášťom vákuovej nádoby.

Moduly plášt'a obsahujúce lítium. Z fúznej reakcie uvoľnené neutróny v styku s lítium vytvárajú trícium, ktoré je ako palivo odvádzané späť do reaktora. Energia, ktorá sa uvoľní pri vzniku trícia prechádza chladiacimi obvodmi a vytvára paru, ktorá poháňa generátora elektrickej energie.

Primárne vinutie centrálnej cievky na ohmický ohrev plazmy

Diverzor odstraňuje z plazmy nečistoty a produkt fúznej reakcie hélium. Je v priamom styku s plazmou.

