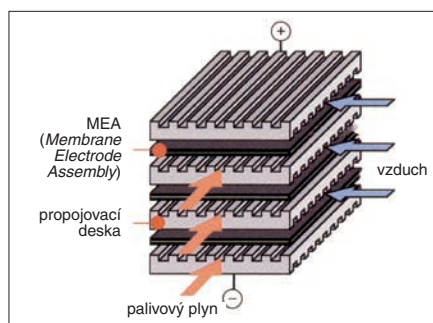


Keramické palivové články v sériové výrobě

Ing. Karel Kabeš

Při hledání alternativ k zajištění mobility a možnosti zásobování energiemi zaujímají palivové články přeměňující chemickou energii paliva přímo na elektrickou energii jedno z klíčových postavení. Princip činnosti je velmi jednoduchý. Zakládá se na tom, že sloučením vodíku s kyslíkem vzniká voda. Přitom se uvolňuje teplo a elektrická energie. Aby reakce probíhala řízeně – hovoří se o „studeném spalování“ –, jsou oba plyny v palivovém článku odděleny elektrolytem, který propouští jen kladně nabitý ionty vodíku, reagující na katodové straně s kyslíkem. Nalezení technicky schůdného řešení bylo před-



Obr. 1. Sestava bloku keramických palivových článků SOFC

mětem intenzivního bádání. Postupně bylo vyvinuto šest typů palivových článků, které jsou vhodné pro různé způsoby použití a liší se především elektrolytem, použitelným palivem a pracovní teplotou (tab. 1). Jako perspektivní řešení pro generování elektrického proudu a tepla se jeví keramické palivové články s pevnými oxidy, obvykle označované zkratkou SOFC (*Solid Oxid Fuel Cells*). Na rozdíl od jiných typů palivových článků jsou vysokoteplotní, pracují při pracovní teplotě vyšší než 800 °C. Podstatné je, že mohou spalovat nejen čistý vodík, který je někdy těžko dostupný, ale také levnější a lépe dosažitelný metanol, zemní plyn, bioplyn, benzin či naftu. Tato paliva přeměňuje předřazený reformátor ve vodík a oxid uhelnatý. Pro dosažení vysoké pracovní teploty přes 800 °C se ovšem musí takový palivový článek poměrně dlouho nahřívat. Proto jsou keramické palivové články vhodné zejména pro použití při trvalém provozu, např. pro budoucí decentrální zásobování domů pro jednu nebo několik rodn elektrickou energií a teplem či pro zajištění elektrického proudu pro technické vybavení moderních dopravních prostředků, kde mohou stále rostoucí potřebu elektrického proudu pokrýt lépe než běžná dynamo. Při současném využití elektrického proudu i vznikajícího tepla dosahují keramické palivové články v optimálním případě účinnosti přes 90 %.

Elektricky aktivní součásti palivového článku SOFC (porézní anoda, katoda a elektrolyt-membrána) jsou vyrobeny ze speciálních keramických materiálů, na jejichž vlastnosti jsou vzhledem k vysoké provozní teplotě a agresivnímu prostředí kladeny mimořádné požadavky. Jejich výzkumem a vývojem se zabývají odborníci Fraunhoferova ústavu pro keramické technologie a sinterované materiály IKTS (*Institut für Keramische Technologien und Sinterwerkstoffe*) v Drážďanech již od roku 1992. Zpočátku odlévali nebo sítotiskem nanášeli keramické pasty a spékáním (sintrováním) z nich vyráběli potřebné deskové elektrody malé tloušťky. Přes všechny výhodné vlastnosti však keramické palivové články SOFC stále nenacházely hromadné použití. Příčinou byla nedostatečně dlouhá životnost. Teprve v poslední době se odborníkům IKTS jako prvním podařilo vyrobit nové keramické materiály prodlužující životnost deskových elektrod oproti současnému stavu desetkrát, tj. na asi 5 000 hodin, s předpokládaným výhledem na 40 000 hodin. Tím byla odstraněna vážná překážka a sériová výroba keramických palivových článků SOFC se přiblížila realitě.

Podle posledního návrhu IKTS, připraveného pro sériovou výrobu, je základním článkem sestava keramických elektrod MEA (*Membrane Electrode Assembly*), jejíž tloušťka je asi 0,2 mm, rozměry přibližně 120 × 120 mm a která při napětí zhruba 1,2 V dodává elektrický výkon asi 20 W (při výkonové hustotě

Palivové články jsou již delší dobu považovány za techniku budoucnosti a sériové je vyrábět má zájem mnoho výrobců. Od roku 2003 spolupracuje Fraunhoferův ústav IKTS na vývoji keramických palivových článků s firmou Webasto AG a s dceřinou společností HC Starck GmbH koncernu Bayer AG. Ve společném podniku Staxera GmbH, který partneři před nedávnem založili, chtějí zavést průmyslovou výrobu bloků palivových článků SOFC pro pomocné napájecí zdroje APU (*Auxiliary Power Units*) pro všestranné využití, např. pro zajištění dodávky elektrického proudu v mobilních prostředcích, jako jsou čluny, kempingové přívěsy, nákladní i osobní automobily, ale také v zemědělství a všude, kde není k dispo-



Obr. 2. Skládání keramických palivových článků do bloku

Tab. 1. Hlavní typy palivových článků

Zkratka	Význam zkratky	Palivový článek	Typ
AFC	Alkaline Fuel Cell	s hydroxidem draselným (hlavně pro kosmonautiku)	nizko-teplotní
PEMFC	Polymer Exchange Membran Fuel Cell	s polymerovou membránou pro výměnu protonů	
DMFC	Direkt Methanol Fuel Cell	pro přímé spalování metanolu	
PAFC	Phosphoric Acid Fuel Cell	s kyselinou fosforečnou	
MCFC	Molten Carbonate Fuel Cell	s tavenými uhličitany	vysoko-teplotní
SOFC	Solid Oxid Fuel Cell	keramický s pevnými oxidy	

přibližně 0,14 W/cm²). Jestliže se tyto články uspořádají do kompaktního bloku (stack) a zapojí do série, lze dosáhnout elektrického výkonu až 1 kW (obr. 1). Při stohování se mezi jednotlivé články vkládají tzv. propojovací (interconnecting) desky, které mají několik funkcí. Jednak zajišťují elektrické spojení mezi články a jednak se využívají jako kolektory proudu. Přes kanály na horní a dolní straně propojovacích desek se do jednotlivých článků přivádí palivový plyn a vzduch (oxidant). Propojovací desky z vysoce odolné kovové slitiny současně fungují jako těsné přepážky, které zabraňují smíšení obou plynů a celému bloku poskytují stabilitu. V případě potřeby je možné bloky SOFC řadit paralelně.

zici proud z rozvodné sítě. Podle názoru obchodního ředitele nově založené firmy je nyní již doba vhodná na to, aby se energetické systémy na bázi keramických palivových článků SOFC prosadily na německém trhu. Mimořádně důležité přitom je jejich robustní provedení, přiměřeně dlouhá životnost, ekologický provoz a příznivá cena. V souladu se svou podnikovou strategií si chce firma Staxera GmbH zavedením výroby palivových článků vybudovat pevné postavení na silně expandujícím trhu decentrální energetiky.

[Kabeš, K.: *Vodíkové hospodářství – nový základ energetické politiky EU*. Elektro, 2005, 15, č. 3, s. 16–18.]