POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

Kui Jiao, Jin Xuan, Qing Du, Zhiming Bao, Biao Xie, Bowen Wang, Yan Zhao, Linhao Fan, Huizhi Wang, Zhongjun Hou, Sen Huo, Nigel P. Brandon, Yan Yin & Michael D. Guiver, Designing the next generation of proton-exchange membrane fuel cells, Nature volume 595, pages361–369 (2021).

DOI:10.1038/s41586-021-03482-7

طراحی نسل بعدی پیل‌های سوختی غشای تبادل پروتون

چکیده

با رشد و توسعه‌ی سریع فناوری پیل سوختی غشای تبادل پروتون[1] (PEMFC)، تقاضای فزاینده‌ای برای کاربردهای جهانی انرژی پاک و پایدار وجود داشته است. از بسیاری از چالش‌های زیرساخت[2] و در سطح دستگاهی[3] که باید قبل از اینکه تجاری‌سازی گسترده تحقق یابد بر آن‌ها غلبه شود؛ یکی از مهم‌ترین آن‌ها افزایش دانسیته توان PEMFC بوده و اهداف بلندپروازانه‌ای در سطح جهانی پیشنهاد شده است. به عنوان مثال، اهداف دانسیته توان کوتاه مدت و بلند مدتِ سازمان توسعه‌ی انرژی و فناوری صنعتی جدید ژاپن به ترتیب تا سال 2030، 6 کیلووات بر لیتر و تا سال 2040، 9 کیلووات بر لیتر می‌باشد. به این منظور، ما در این مقاله دستورالعمل‌های توسعه‌ی فنی را برای نسل بعدی PEMFCها با دانسیته توان بالا پیشنهاد می‌نماییم. ما جدیدترین ایده‌ها را برای بهبود در مجموعه‌ی الکترود- غشا (MEA)[4] و اجزای آن با توجه به مدیریت حرارتی و آب و مواد، ارائه می‌گردد. انتظار می‌رود که این مفاهیم در نسل بعدی PEMFCها برای دستیابی به دانسیته توان بالا به کار گرفته شود.

خلاصه و چشم انداز

PEMFCها به دلیل مزایایی که برای نیروی محرکه خودرو در خودروهای پیل سوختی (FCV)[5] دارند و پیشرفت فنی قابل توجه آنها در سال‌های اخیر، توجه زیادی را به خود جلب نموده است. این چشم‌اندازهای برجسته جهت‌های توسعه را برای اجزای PEMFC، در تمامیت روابط متقابل و طراحی آنها، که می‌تواند به دستیابی به اهداف دانسیته توان برای PEMFCهای نسل بعد کمک کند، برجسته می‌نماید؛ یعنی افزایش دانسیته توان از

[1] Proton-exchange membrane fuel cell (PEMFC)
[2] Infrastructure
[3] device-level
[4] Membrane electrode assembly (MEA)
[5] Fuel cell vehicles (FCVs)

وضـعیت فعلی حدود 4 کیلووات بر لیتر به هدف کوتاه مدت 6 کیلووات بر لیتر و هدف بلند مدت 9 کیلووات بر لیتر.

توسـعه‌ی آینده‌ی لایه‌های نفوذ گاز (GDL)[1] و لایه‌های میکرومتخلخل (MPL)[2] باید بر بهینه‌سـازی انتقال چندمقیاسـی[3] و چندجزئی[4] تمرکز کند در حالی‌که با اصـلاح سـایر اجزاء از نظر کنترل سـاختار و ترشـوندگی سـازگار اسـت. برای لایه‌ی کاتالیزور (CL)[5]، فعالیت‌های کاتالیزورهای جدید در سـطح الکترود دیسـک چرخان (RDE)[6] به اندازه‌ی کافی بزرگ است، اما هنوز هم نیاز به بهبود قابل توجهی در سطوح MEA و دسـته[7] دارند. اصلاح پایه‌های کربنی و سطح مشترک‌های کاتالیزور/ پلیمر بر اساس آرایش مولکولی، برای بهبود توزیع یونومر[8] و اسـتفاده از کاتالیزور، امیدوار کننده اسـت. MEA با سـاختار منظم یک گزینه قوی می‌باشـد زیرا دانسـیته توان بالا را در بارگذاری‌های بسـیار کم کاتالیزور ایجاد می‌نماید. در 5 تا 10 سـال آینده، انتظار می‌رود پلیمرهای بر پایه‌ی پرفلوئوروسولفونیک‌اسید (PFSA)[9] با دوام و سازگاری افزایش‌یافته، همچنان بر بازار PEM تسلط داشته باشند. هدف آینده در طراحی صفحات دوقطبی (BP)[10] برای حل مقاومت در برابر خوردگی، هزینه‌ی ساخت و مسائل مربوط به مقاومت تماسی بین لایه‌ای[11] می‌باشد. ظرفیت انتقال جرم برای عملیات‌های با دانسیته توان فوق‌العاده بالا در آینده باید افزایش یابد. قابل انتظار اسـت که طراحی یکپارچه BP-MEA مسـیر امیدوار کننده‌ای را به سمت دانسیته توان فوق‌العاده بالا به دلیل مزایای حذف سطح مشترک و کاهش حجم ارائه دهد.

بهبود دانسـیته توان، کاهش هزینه‌ها و افزایش دوام PEMFCها به طور مسـتقیم تجاری‌سـازی در مقیاس بزرگ را ترویج می‌نماید. این سه معیار تا حد زیادی با هم مرتبط هستند و گاهی اوقات توسط یکدیگر محدود می‌شـوند و باید در توسـعه‌ی محصـولات مختلف پیل سـوختی به صـورت جامعی در نظر گرفته شـوند. به طور کلی، ایجاد طرح‌های سـاختاری اصـلاح‌شـده و قابل کنترل که به آسـانی قابل تولید باشـد یک جهت کلیدی با توجه به چارچوب موجود مواد می‌باشـد و انتظار می‌رود توسـعه‌ی مواد جدید دامنه اثرات گسـترده‌ای در طولانی‌مدت داشته باشد.

---

[1] Gas diffusion layer (GDL)
[2] Microporous layer (MPL)
[3] cross-scale
[4] cross-component
[5] Catalyst layer (CL)
[6] Rotating disk electrode (RDE)
[7] Stack
[8] Ionomer
[9] Perfluorosulfonic acid (PFSA)
[10] Bipolar plates (BPs)
[11] Interfacial