POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

Gautam Das, Ji-Hyeok Choi, Phan Khanh Thinh Nguyen, Dong-Joo Kim and Young Soo Yoon, Anion Exchange Membranes for Fuel Cell Application: A Review, Polymers, 14, 1197, 2022.

DOI: 10.3390/polym14061197

غشاهای تبادل آنیون برای کاربرد پیل سوختی: بررسی مروری

چکیده

صنعت پیل سوختی، امیدوارکننده‌ترین صنعت از نظر پیشرفت فناوری‌های پاک و ایمن برای تولید انرژی پایدار است. پیل سوختی غشای الکترولیت پلیمری به دو بخش تقسیم می‌شود: پیل‌های سوختی غشای تبادل آنیون (AEMFCs)[1] و پیل‌های سوختی غشای تبادل پروتون (PEMFCs)[2]. در مورد PEMFCها، دانسیته‌ی توانِ بالا تامین شده است و تحقیق و توسعه برای تجاری‌سازی نیز پیشرفت قابل توجهی داشته است. با این‌حال، محدودیت‌های فنی و مسائل پرهزینه برای استفاده از کاتالیزورهای فلزی گران‌بها از جمله پلاتین، دوام کاتالیزورها، صفحات دو قطبی[3] و غشاها و استفاده از هیدروژن برای اطمینان از پایداری سیستم وجود دارد. در مقابل، AEMFCها به عنوان کاتالیزورهای غیر پلاتینی یا با پلاتین کم، مورد استفاده قرار گرفته‌اند و انرژی فعال‌سازی پایینی در واکنش کاهش اکسیژن نشان دادند. بنابراین، مطالعات زیادی برای یافتن جایگزین‌هایی برای غلبه بر مشکلات PEMFCها در دهه‌ی اخیر انجام شده است. هسته‌ی اصلی اطمینان از دانسیته توان AEMFCها، غشای تبادل آنیون (AEM)[4] است که دوام کمتر و رسانایی کمتری نسبت به غشای تبادل کاتیون دارد. AEMFCها یک فناوری امیدوارکننده هستند که می‌توانند مشکل پر هزینه بودن PEMFCهایی را که به اشباع فناوری[5] رسیده‌اند را حل نموده و بر محدودیت‌های فنی غلبه نمایند. این بررسی بر جنبه‌های مختلف AEM برای کاربرد AEMFCها تمرکز دارد.

نتیجه‌گیری

این بررسی، انواع مختلف AEMهای مشتق‌شده از مواد مختلف زنجیره اصلی پلیمر و گروه‌های عاملی را به طور جامع خلاصه نموده است. همان‌طور که گفته شد، با استفاده از AEMها در پیل‌های سوختی، برخی از مسائل رایج مانند عبور[6] سوخت را می‌توان از بین برد. علاوه براین، AEMها نیز به دلیل توانایی آن‌ها برای عملیات در محیط‌های قلیایی سودمند هستند، به این معنی که کاتالیزورهای ارزان‌تر می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. علاوه بر این، AEMها می‌توانند با استفاده از مولکول‌های آلی کوچک به دلیل عبور پایین، به تنوع سوخت‌های

[1] Anion exchange membrane fuel cells (AEMFCs)
[2] Proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs)
[3] Bipolar plates
[4] Anion exchange membrane (AEM)
[5] Technological saturation
[6] crossover

مایع برای AEMFCهاکمک‌کنند. علاوه براین، AEMFC یک دستگاه تبدیل پاک و کارآمد را در میان سایر دستگاه‌ها ارائه می‌دهد. در دهه‌ی اخیر، بسیاری از محققان دانسیته‌های توان قابل مقایسه با PEMFCها را گزارش نموده‌اند. جدول 1، الزامات تجاری‌سازی را که باید پروتکل‌های پیشنهادی توسط وزارت انرژی (DOE)[1] برای استاندارد سازی تجاری را برآورده کند، نشان می‌دهد. اگرچه از نظر کاتالیزوری، دارای مزیت است، اما لازم است که پیل سوختی به جای تمرکز بر محتوای مربوط به یک جنبه به عنوان یک سیستم، دوام و خروجی بالاتری را از طریق تجزیه و تحلیل سیستماتیک و توازن[2] به دست آورد. بر اساس این اهداف تعیین‌شده، موارد زیر پیشنهاداتی برای توسعه‌ی آینده‌ی AEMFC می‌باشد که در ادامه بیان شده است.

جدول 1- تنظیم شده توسط DoE. استراتژی هدف برای هر سال به منظور استانداردسازی AEMFC ارائه شده است [1].

Type	Proposed Milestones
2022	AEM fuel cell initial performance 0.65V at 1000 mA cm^{-2} on H_2/O_2 (maximum pressure of 1.5 atm) in MEA with total $< 0.2\ mg_{PGM}\ cm^{-2}$ and < 10% voltage degradation over 1000 h, T > 80 °C
2023	CO_2 tolerance: < 65 mV loss for steady-state operation at 1.5 A cm^{-2} in H_2/air scrubbed to 2 ppm CO_2
2024	Catalyst durability: H_2/CO_2-scrubbed air after accelerated stress test < 40% loss after 10,000 cycles from 0.6 V to 0.95 V Membrane durability: 1000 h open circuit voltage hold at 70% RH and ≥80 °C
2025	1 W cm^{-2} at 0.65 V; H2/CO2-free air with total PGM loading < 0.125 mg cm^{-2}, T > 80 °C, P ≤ 250 kPa
2030	AEM fuel cell peak power performance > 600 mW cm^{-2} under H_2/air (maximum pressure of 1.5 atm) in PGM-free MEA
Ultimate	1 W cm^{-2} at rated power (~0.65 V at 95 °C), PGM-free MEA, T ≥ 80 °C, P ≤ 250 kPa

(1) توسعه‌ی مواد غشای تبادل آنیون که می‌تواند پایداری شیمیایی و دوام طولانی را در شرایط pH بالا تضمین نماید، باید (2) بر کاهش هزینه و مقرون به صرفه بودن تمرکز کند که می‌تواند توسعه‌ی AEMFC را افزایش دهد. (3) یک غشای تبادل آنیون باید ایجاد شود که بتواند اتلاف رسانایی غشا را به دلیل مسمومیت با CO_2 کاهش دهد. (4) باید از غوطه‌ور شدن[3] و خشک شدن[4]، از طریق توسعه‌ی استراتژی‌های مدیریت آب کارآمد برای هیدراتاسیون غشاهای تبادل آنیون جلوگیری نمود. (5) بدتر شدن سیستمی، ناشی از تجمع[5] کربنات در کاتد، باید کاهش یابد. (6) باید کاتالیزور کارآمدی که بتواند امکان‌سنجی اقتصادی را تضمین نماید، توسعه یابد (توسعه‌ی کاتالیزور غیر پلاتینی که می‌تواند از مزیت کاتالیزوری در یک محیط قلیایی برخوردار باشد).

تحقیقات AEMFC و تجاری‌سازی آن لزوماً باید از طریق همکاری گسترده بین محققان در سراسر جهان با تخصص در جنبه‌های مختلف توسعه‌ی پیل سوختی، تحقق پیدا کند. تحقیقات در آینده باید بیشتر بر روی خواص AEM تحت شرایط کاری واقعی AEMFC و بهبود آماده‌سازی AEMFC متمرکز شود. طول عمر یک

[1] Department of Energy (DOE)
[2] Trade-off
[3] Flooding
[4] Drying out
[5] Accumulation

پیل سوختی بر پایه‌ی پلیمر، به شدت تحت تأثیر AEMها قرار می‌گیرد. تمرکز باید بر حل مشکلات اصلی پایداری در pH بالا از لحاظ غشاهای تبادل آنیون، هیدراتاسیون غشاهای سالم از مقدار کم آب[1] و کربنات‌ها در فرآیند کربناسیون باشد. در نتیجه، می‌توان بر محدودیت مزمن هزینه‌ی بالای PEMFC غلبه نمود و در آینده‌ای نزدیک به هدف انتشار صفر[2] جامعه‌ی بین‌المللی دست یافت. زمینی پاک‌تر و سبز که منابع انرژی را از طریق توسعه‌ی پایدار تضمین می نماید و جامعه‌ای زیبا برای نسل‌های آینده ایجاد می نماید ، در دسترس است.

[1] Pivovar, B.; Kim, Y.S. 2019 Anion Exchange Membrane Workshop Summary Report; NREL/TP-5900-77240; National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO: Dallas, TX, USA, 2019

intact membranes from little water [1]
[2] Zero-emission