POLYM PART
مرجع پلیمر در بازار ایران

Rana Muhammad Nauman Javed, Amani Al-Othman, Muhammad Tawalbeh, Abdul Ghani Olabi, Recent developments in graphene and graphene oxide materials for polymer electrolyte membrane fuel cells applications, Renewable and Sustainable Energy Reviews 168 (2022) 112836.

DOI: 10.1016/j.rser.2022.112836

پیشرفت‌های اخیر در گرافن و مواد اکسیدگرافن برای کاربردهای پیل‌های سوختی غشای الکترولیت پلیمری

چکیده

پیل‌های سوختی با توجه به هزینه‌های پایین، آلودگی صوتی کم و تبدیل بالای انرژی، یکی از منابع امیدوارکننده‌ی انرژی پاک هستند. ویژگی‌های قابل توجه گرافن و مشتقات آن، باعث ایجاد مطالعات تحقیقاتی در مورد کاربردهای آنها در پیل‌های سوختی غشای تبادل پروتون (PEMFC)[1] شده است. PEMFCها هنوز هم با برخی چالش‌های عملیاتی برای کاربردهای در مقیاس بزرگ از جمله هزینه‌های بالا، رسانایی‌های کم پروتون در دماهای بالا، پایداری‌های مکانیکی/ حرارتی و عبور[2]بالای سوخت مواجه هستند. ویژگی‌های منحصر به فرد مواد بر پایه‌ی گرافن، یعنی، پایداری الکتروشیمیایی بالا، استحکام مکانیکی خوب، سطح ویژه‌ی بزرگ و پایداری حرارتی عالی، در PEMFها مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. این بررسی، نقش بالقوه‌ی گرافن و اکسید گرافن (GO)[3] در تغییرات ساختاری غشاها و استفاده از شبکه‌های پلیمری مانند پلیمرهای پلی‌اتراتر کتون سولفونه‌شده (SPEEK)[4]، پلی‌بنزیمیدازول (PBI)[5]، پلی‌آنیلین (PANI)[6]، پلی‌آریلن‌اترسولفون سولفونه‌شده (SPAES)[7]، نفیون و پلی‌وینیل‌الکل (PVA)[8] را مورد بحث قرار می‌دهد. سنتز/ عامل‌دار کردن GO با غشاهای کامپوزیتی جدید و سازوکارهای درگیر در افزایش رسانایی پروتون، جذب آب، ظرفیت تبادل یونی (IEC)[9] و دانسیته‌های توان مورد بررسی قرار گرفته است. مواد گرافن پراکندگی عالی در حلال‌ها و تغییر در مورفولوژی‌های غشا را نشان داده‌اند. این خواص، به تشکیل گروه‌های عاملی مبتنی بر اکسیژن در نانو لایه‌های GO نسبت داده می‌شوند. گنجاندن گرافن در سایر پیل‌های سوختی یعنی پیل‌های سوختی مستقیم متانول[10] و پیل‌های سوختی زیستی، عملکرد

[1] Proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs)
[2] Crossover
[3] Graphene oxide (GO)
[4] Sulfonated poly (ether ether ketone) (SPEEK)
[5] Poly (benzimidazole) (PBI)
[6] Polyaniline (PANI)
[7] Sulfonated Poly (arylene ether sulfone) (SPAES)
[8] Polyvinyl alcohol (PVA)
[9] Ion exchange capacity (IEC)
[10] Direct methanol fuel cells

قابل ستایشی از خود نشان داده است و برای کاربردهای تجاری به ویژه با کاهش میان‌عبور سوخت امیدوارکننده ظاهر شده‌اند.

نتیجه‌گیری و توصیه‌هایی برای آینده

ویژگی‌های قابل‌توجه و چشم‌نواز گرافن و مشتقات آن، به عنوان پرکننده‌های رسانا و معدنی مورد توجه قرار گرفته است. این مواد نقش حیاتی در افزایش توانایی نگهداشت[1] بالای آب، رسانایی و پایداری مکانیکی/ ابعادی در دماهای بالا دارند. از طرفی، آن‌ها می‌توانند برهمکنش‌های شیمیایی را بین فاز معدنی و شبکه آلی بهبود بخشند. سنتز/ عامل‌دار کردن و پیشرفت‌های اخیر در مواد مبتنی بر گرافن (GO، rGO[2] و sGO[3]) در این بررسی با تعیین مشخصات، بررسی شده است. همچنین، این مقاله مروری، سهم گرافن را در پلیمرهای تجاری مختلف (SPEEK، PBI، پلی‌آریلن‌اترنیتریل‌سولفونه‌شده (SPEN)[4]، PANI، پلی‌سولفون‌سولفونه‌شده (sPSU)[5]، نفیون) و اثرات آنها روی عملکرد پیل سوختی زمانی‌که به عنوان افزودنی‌های پرکننده‌ی رسانا در ساختارهای پلیمری قوی[6] استفاده می‌شوند، خلاصه نموده است. حضور GO، پیشرفت‌های زیادی ایجاد کرده است از جمله مکان‌های پرش پروتون بیشتر[7] و مهار عبور سوخت با بهبود جذب آب، IECها، رسانایی‌های پروتون و دانسیته‌های توان. علاوه براین، این مقاله مروری در پرداختن به اصلاحات جدید ساختارهای مبتنی بر گرافن در شبکه پلیمری برای دستیابی به پایداری حرارتی بالا، استحکام مکانیکی، ظرفیت جذب آب، پایداری ابعادی و قابلیت خود مرطوب‌سازی[8] متمرکز شده است.

وجود گروه‌های عاملی موثر مبتنی بر اکسیژن در نانو لایه‌های GO (یعنی هیدروکسیل‌ها، کربونیل‌ها، کربوکسیلیک‌اسیدها و اپوکسیدها) باعث تسهیل پراکندگی خوب در بسیاری از حلال‌ها و تغییر مورفولوژی‌های غشایی در پیل‌های سوختی شده است. سنتز GO بیشتر با روش معروف توصیف شده توسط هومر[9] و به دنبال آن، عامل‌دار نمودن از طریق روش‌های مختلف شیمیاییِ سولفونه نمودن/ کربوکسیله نمودن انجام شده است. عامل‌دار نمودن سطح GO، گروه‌های آبدوست بیشتری را برای ایجاد یک پراکندگی عالی در شبکه پلیمری به

[1] Retention
[2] Reduced GO
[3] sulfonated GO
[4] Sulfonated poly (arylene ether nitrile) (SPEN)
[5] Sulfonated polysulfone (sPSU)
[6] potent polymeric structures
[7] more proton hopping sites
[8] Self-humidification
[9] Hummer

وجود می‌آورد و با نفیون خالص قابل مقایسه می‌باشد. انتخاب این گروه‌های عاملی عنصر کلیدی برای افزایش عملکرد و دوام PEMFC، با تولید کانال‌های جدید رسانای پروتون در سطح مشترک پلیمر و پرکننده می‌باشد.

با وجود تمام تجزیه و تحلیل‌های تعیین مشخصات و دقیق تجربی، برخی از پارامترها هنوز هم نیاز به ارزیابی دارند که شامل درصدهای آب، سایر روش‌های عامل‌دار کردن، درصد وزنی موثر از بارگذاری‌های GO بر روی سایر پلیمرها و بهینه‌سازی درجه‌ی سولفوناسیون (DS)[1] می‌باشند که نیاز به انجام آزمایش‌های دقیق‌تری برای ایجاد روابط ساختاری با شبکه‌های پلیمری دارند. گرافن و مشتقات آن، پرکننده‌های بالقوه برای الکترولیت‌ها در سایر پیل‌های سوختی مانند پیل‌های سوختی میکروبی، پیل‌های سوختی قلیایی و پیل‌های سوختی زیستی آنزیمی[2] هستند. با این وجود، در پی دستیابی به حداقل هزینه‌ها، تولیدات در مقیاس بزرگ و پراکندگی قابل توجه در الکترولیت‌ها، باید تلاش‌های بیشتری برای دستیابی به پرکننده‌های ایده‌آل برای الکترولیت‌های آینده با سایر پیل‌های سوختی انجام شود. تحولات اخیر و معرفی مایعات یونی (ILs)[3] با GO عامل‌دار شده، برای اصلاح غشا در نظر گرفته شدند و ویژگی‌های متعددی را با غشاهای کامپوزیتی حاصل، به عنوان PEM برای پیل‌های سوختی به نمایش گذاشتند. با این‌حال، یک بررسی گسترده از طبقه‌بندی گسترده‌ای از ILها هنوز هم در آینده مورد نیاز است تا نقش هم‌افزایی تغییرات غشایی را آشکار نماید.

تسریع تقاضا برای منابع انرژی بهینه، قابل اعتماد و کارآمد، به مطالعه در مورد ادغام نانو پرکننده‌ها (به عنوان مثال مواد مبتنی بر گرافن) در پلیمرها برای عملکرد بهتر انرژی داده و چرخه عمر طولانی مدت محصول به ویژه در پیل‌های سوختی را بهبود می‌بخشد. با ارزیابی اصلاحات جدید غشا، مواد مبتنی بر گرافن (اضافه‌شده در مقادیر معین)، یک نامزد امیدوار کننده برای غشای بدون نفیون در آینده باقی می‌مانند.

[1] Degree of sulfonation (DS)
[2] Enzymatic biofuel cells
[3] Ionic liquids (ILs)