

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله

مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست
شماره شایک مقالات: ۸-۴۵-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸
سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶
مجریان: هم‌اندیشان انرژی کیمیا و
انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران
www.Energyconf.ir



بررسی فن آوری های مختلف پیل سوختی

هانیه قربانی جعفریگلوا^۱، مجید مهدویان^{۲*}

قوچان، دانشگاه مهندسی فناوری نوین قوچان
Ghorbani.jafarbigloo@gmail.com

چکیده:

پیل های سوختی به عنوان یک مبدل، انرژی شیمیایی را به الکتریکی تبدیل می کنند و بسیار مهم و پر کاربرد می باشند. تنوع پیل های سوختی به دلیل الکترودهای مختلفی است که در آنها مورد استفاده قرار می گیرد. در این مقاله سعی شده تا انواع پیل های سوختی (پیل سوختی قلبیایی، پیل سوختی اسید فسفریک، پیل سوختی اکسید جامد، پیل سوختی کربنات مذاب، پیل سوختی غشاء تبادل پروتون، پیل سوختی متانول مستقیم) با الکترودهای مختلف معرفی و ارزیابی شود. از پرکاربردترین و معروف ترین پیل های سوختی می توان به پیل سوختی هیدروژنی اشاره کرد. نتایج نشان می دهد که سیستم پیل سوختی طراحی ساده، ضریب اطمینان بالا، عملکرد بی صدا، راندمان بالا و تاثیر کمتر در محیط زیست دارد. AFCS (پیل سوختی قلبیایی) بیشترین بازده و PEMFC (پیل سوختی غشاء تبادل پروتون)، ایده آل برای برنامه های کاربردی حمل و نقل مانند اتومبیل (خودرو) و اتوبوس است. DMFC (پیل سوختی متانول مستقیم) و PAFC (پیل سوختی اسید فسفریک) از لحاظ اقتصادی کارآمد هستند؛ با این حال، مشکل آنها بازده پایین می باشد. SOFC (پیل سوختی اکسید جامد) و MCFC (پیل سوختی کربنات مذاب) بازده سیکل ترکیبی (CHP) بالایی را نمایش می دهند.

کلمات کلیدی: پیل سوختی، فناوری پیل سوختی، بازده

^۱-دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی شیمی، دانشگاه مهندسی فناوری های نوین قوچان

^۲-استادیار، گروه مهندسی شیمی، دانشگاه مهندسی فناوری های نوین قوچان

مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

شماره شایک مقالات: ۸-۴۵-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم‌اندیشان انرژی کیمیا و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.Energyconf.ir



www.Energyconf.ir

مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

شماره شایک مقالات: ۸-۴۵-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم‌اندیشان انرژی کیمیا و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.Energyconf.ir



۱- مقدمه

پیل های سوختی به طور گسترده به عنوان منابع انرژی سازگار با محیط زیست در قرن ۲۱ هستند. تحقیقات در زمینه پیل های سوختی، به دلیل الزامات اقتصادی با رشد قابل توجهی همراه بوده است [۱]. پیل های سوختی یکی از قدیمی ترین تکنولوژی های تبدیل انرژی هستند. پیل های سوختی جایگزین مطلوب به روش تولید برق معمولی برای برنامه های کاربردی در مقیاس کوچک است. هیدروژن و سوخت هیدروکربن حاوی انرژی شیمیایی قابل توجهی در مقایسه با باتری های معمولی می باشند. از این رو پیل های سوختی در حال حاضر به طور گسترده ای برای به کارگیری انرژی های متعدد توسعه یافته است. پیل های سوختی در طول واکنش الکتروشیمیایی که بین اکسیژن و هیدروژن به شکل آب اتفاق می افتد برق و حرارت تولید می کنند. تکنولوژی پیل سوختی جایگزین امیدوار کننده برای سوخت های فسیلی، برای تامین انرژی مناطق روستایی که در آن هیچ دسترسی به شبکه برق عمومی نیست و یا هزینه های سیم کشی و انتقال برق در آنها زیاد می باشد. علاوه بر این، برنامه های کاربردی با امنیت ضروری مورد نیاز برای انرژی الکتریکی مانند برق اضطراری (UPS)، ایستگاه های تولید برق و سیستم های توزیع شده می تواند از سلول های سوخت به عنوان منبع انرژی استفاده کند [۲-۴]. در حال حاضر، سیستم های پیل سوختی به طور گسترده ای در مقیاس کوچک و همچنین برنامه های کاربردی در مقیاس بزرگ مانند نیروگاه سیکل ترکیبی (CHP)، سیستم های قدرت تلفن همراه، کامپیوتر های قابل حمل و تجهیزات ارتباطات استفاده شده است. با وجود تمام مزایای استفاده، برخی از محدودیت ها برای استفاده از پیل های سوخت وجود دارد. به عنوان مثال، طول عمر کوتاه پیل های سوختی مطابقت با پالس و ناخالصی جریان گاز می باشد [۵]. پیل های سوختی، برق و گرما را از طریق واکنش الکتروشیمیایی که در واقع یک واکنش الکترولیز معکوس شده می باشد تولید می کنند. تفاوت اصلی در طرح های مختلف پیل سوختی ویژگی های شیمیایی، الکترولیت است [۶]. یک پیل سوختی دارای چهار بخش اصلی است: آند، کاتد، الکترولیت و مدار خارجی [۷].

۲- انواع پیل سوختی

پیل های سوختی با توجه به درجه حرارت، بازده، کاربردها و هزینه ها متفاوت می باشند. که بر اساس انتخاب سوخت و الکترولیت به ۶ گروه عمده تقسیم می شوند [۸]:

پیل سوختی قلیایی (Alkaline fuel cell (AFC)

پیل سوختی اسید فسفریک (Phosphoric acid fuel cell (PAFC)

پیل سوختی اکسید جامد (Solid oxide fuel cell (SOFC)

پیل سوختی کربنات مذاب (Molten carbonate fuel cell (MCFC)

پیل سوختی غشاء تبادل پروتون (Proton exchange membrane fuel cell (PEMFC)

مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

شماره شایک مقالات: ۸-۴۵-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم‌اندیشان انرژی کیمیا و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.Energyconf.ir



پیل سوختی متانول مستقیم (DMFC) Direct methanol fuel cell

۲-۱- پیل سوختی قلیایی (AFC)

AFC (با استفاده از هیدروکسید پتاسیم KOH به عنوان الکترولیت آبی) نوع اول پیل سوختی در آغاز قرن بیستم به خدمت عملی قرار داده شد [۹]. AFCs طبقه‌ای از پیل‌های سوختی با دمای عملیاتی پایین با کاتالیزور کم هزینه است. رایج‌ترین کاتالیزور برای سرعت بخشیدن به واکنش‌های الکتروشیمیایی در کاتد و آنود در این نوع پیل سوختی نیکل است. بازده الکتروکی AFCs حدود ۶۰ درصد است و بازده CHP بیش از ۸۰ درصد است. آنها می‌توانند برق را تا بالای ۲۰ کیلووات تولید کنند. ناسا برای اولین بار از AFCs برای تامین آب آشامیدنی و نیروی الکتریکی در مأموریت‌های شاتل برای کاربردهای فضایی استفاده کرد. در حال حاضر، از آنها در زیردریایی، قایق، لودر و برنامه‌های کاربردی حمل و نقل استفاده شده است. AFCs به عنوان مقرون به صرفه‌ترین نوع کارآمد پیل‌های سوختی در نظر گرفته شده است. محصول جانبی آب تولید شده توسط AFC، آب آشامیدنی است که در فضاپیما و ناوگان شاتل فضایی بسیار مفید است [۱۰-۱۲]. AFC تولید برق را از هیدروژن ممکن ساخته است. در سال ۱۹۵۰، برنامه فضایی ناسا آپولو با استفاده از سیستم‌های AFC آغاز شده و این تکنولوژی هنوز هم برای مأموریت‌های شاتل امروزه مورد استفاده قرار گرفته [۹]. بسیاری از گروه‌های تحقیقاتی بر روی AFCs برای دیگر برنامه‌های کاربردی شروع به کار کردند با وجود موفقیت اولیه آن، علاقه به تکنولوژی AFC با توجه به عوامل اقتصادی، مشکلات مادی و کاستی خاصی در بهره‌برداری از دستگاه‌های الکتروشیمیایی کاهش یافته است [۱۳]. اکتشاف، نوآوری و پیشرفت‌های علمی بزرگ (به خصوص با توجه به PEMFCs) در دو دهه گذشته علاقه در AFCs را تجدید کرده است. برخی از شرایط محدود قبلی مانند استفاده از سوخت خالص با استفاده از یک غشاء پلیمری به عنوان یک الکترولیت اساساً برطرف شده است. AFC یک دستگاه الکتروشیمیایی است که می‌تواند انرژی شیمیایی H₂ را به طور مستقیم به جریان الکتریکی تبدیل کند. در اصل، جهت واکنش در الکترودها معکوس که در الکترولیز آب قلیایی است. AFCs با ارائه برخی از مزیت‌ها نسبت به پیل‌های سوختی دیگر، مانند عامل درجه حرارت نسبتاً پایین (حدود ۷۰-۲۳ درجه سانتی‌گراد) که کار کردن با آنها را آسانتر می‌کند. از دیگر مزیت‌ها، سینتیک بالاتر واکنش در الکترودها در شرایط اسیدی است، به عنوان مثال PEMFC، و در نتیجه ولتاژ سلول بالاتر است. این راندمان الکتریکی بالا اجازه استفاده از یک مقدار پایین‌تر از یک کاتالیزور فلز نجیب، مانند پلاتین که گران است را می‌دهد [۹].

یکی از اشکالات اصلی AFC به استفاده از الکترولیت مایع مربوط می‌شود. عیب دیگر این مربوط به مقدار الکترولیت مایع است: اگر مایع بیش از حد و یا عدم وجود آن منجر به جاری شدن سیل الکتروود و یا خشک شدن الکتروود می‌شود. چنگ و همکاران با PEMFC و توصیف امکان و بهره‌وری با استفاده از یک الکترولیت پلیمر جامد به جای الکترولیت مایع کار کردند. این رشد چشمگیر در تعداد نشریات مربوط به AFCs در طول سی سال گذشته منجر شده است (شکل ۱ را ببینید) [۹].

مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

شماره شایک مقالات: ۸-۴۵-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸

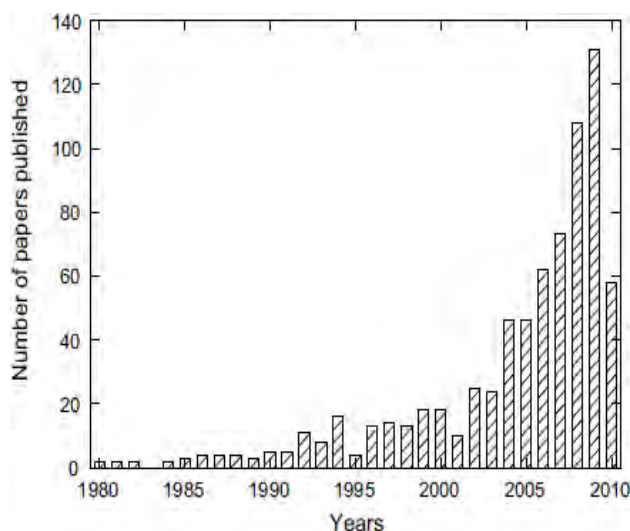
سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم اندیشان انرژی کیمیا و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.Energyconf.ir



شکل ۱. افزایش تعداد مقالات علمی مربوط به AFCs که در طول سی سال گذشته منتشر شده است [۹].

۲-۲- پیل سوختی اسید فسفریک (PAFC)

PAFCs اولین نسل از پیل‌های سوختی مدرن می‌باشند. در PAFCs، اسید فسفریک به عنوان یک الکترولیت به پروتون اجازه عبور از آنند به کاتد را می‌دهد [۱۴].

H₃PO₄ (۳/۰۹ درصد هیدروژن، ۳۱/۰۶ درصد فسفر، ۶۵/۳ درصد اکسیژن) یک مایع بی‌رنگ، استفاده شده در کود، مواد پاک‌کننده، طعم‌دهنده مواد غذایی و دارویی است، هدایت یونی اسید فسفریک در دماهای پایین کم می‌باشد [۵].

بنابراین PAFCs در طیف وسیعی از درجه حرارت بین ۱۵۰-۲۲۰ درجه سانتی‌گراد، بازده سیکل ترکیبی حدود ۸۵ درصد و بازده حدود ۴۰-۵۰ درصد در کنار تولید کار می‌کند. این بهره‌وری به ۸۰ درصد با استفاده از حرارت تولید شده برای تولید همزمان بهبود یافته است [۱۵]. حامل بار در این نوع پیل سوختی یون هیدروژن (H⁺ و یا پروتون) است. در حال حاضر، سیستم‌های PAFC در مرحله تجاری با ظرفیت بالاتر از ۲۰۰ کیلووات و سیستم‌های با ظرفیت بالاتر (۱۱MW) در حال حاضر تست شده است که از آنها معمولاً در برنامه‌های کاربردی ثابت استفاده می‌شود [۵].

یکی از مزایای PAFCs، جدا از بازده بالا، تحمل مونوکسید کربن (CO) تجمع یافته در داخل سلول می‌باشد. آنها در دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد غلظت CO در حدود ۱/۵ درصد را تحمل می‌کنند. PAFCs کیفیت بالای DC را با قدرت چگالی بالا فراهم می‌کند. ضعف اصلی این نوع پیل‌های سوختی استفاده از یک الکترولیت اسیدی که خوردگی یا اکسیداسیون، قطعات را در معرض اسید فسفریک افزایش می‌دهد [۱۴].

مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

شماره شایک مقالات: ۸-۴۵-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم‌اندیشان انرژی کیمیا و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.Energyconf.ir



۳-۲- پیل های سوختی اکسید جامد (SOFCs)

یکی از موارد استفاده از فن آوری سوختی را می توان به استفاده از فن آوری پیل سوختی اکسید جامد برای تولید نیرو اشاره کرد. پیل های سوختی اکسید جامد (SOFCs)، با راندمان بسیار بالا برای تولید انرژی الکتریکی از گاز طبیعی در نظر گرفته شده اند. تجزیه و تحلیل نشان می دهد که حداکثر بهره وری از ترکیب سیستم SOFC بسته به شرایط عملیاتی و پیکربندی می تواند تا ۹۰ درصد باشد [۱۶].

یک تکنولوژی مانند پیل سوختی اکسید جامد (SOFC)، که یکی از کارآمدترین و محیط زیست دوستانه ترین فن آوری های موجود برای تولید برق از هیدروژن، گاز طبیعی، و دیگر سوخت های تجدید پذیر است. سیستم پیل سوختی اکسید جامد در مقیاس کوچک برای نظامی، مسکونی، صنعتی، و برنامه های کاربردی حمل و نقل توسعه یافته است [۱۷].

پیل سوختی اکسید جامد (SOFC) پیل های سوختی دمای بالا با الکترولیت سرامیکی اکسید فلزی جامد می باشد. پیل های سوختی اکسید جامد به طور کلی با استفاده ترکیبی از هیدروژن و مونوکسید کربن توسط اصلاح داخلی سوخت هیدروکربنی و هوا به عنوان اکسیدان در پیل سوختی تشکیل شده اند [۱۸].

YSZ (Yttria stabilized zirconia) الکترولیت بیشتر مورد استفاده برای پیل های سوختی اکسید جامد به دلیل پایداری شیمیایی و حرارتی بالا و رسانایی یونی خالص است. آنها را می توان به عنوان سیستم های برق محلی که دسترسی به شبکه های عمومی ندارند در نظر گرفت. علاوه بر این، سر و صدای عملیات و هزینه های نگهداری پایین است [۵].

ریشه های فنی از پیل سوختی در سال ۱۹۳۰ با آزمایشات دو دانشمند سوئیدی با زیرکونیوم (Zr) و سایر عناصر به عنوان الکترولیت آغاز شد. در سال ۱۹۵۰، GE و شرکت های دیگر آزمایش هایی با استفاده از SOFC آغاز کردند اما به دلیل ذوب مواد سلولی، مدار کوتاه و ... شکست خورد. با توجه به توسعه سریع ساختار صنعتی و اجتماعی، برنامه های متنوع از SOFC در زمینه های مختلف بررسی شده است. سه برنامه اصلی از SOFC مانند نیروگاه سیکل ترکیبی، تولید همزمان/ تولید سه گانه و کاربرد مسکونی وجود دارد. با توجه به درجه حرارت بالا، SOFC برای نرم افزار های قابل حمل و حمل و نقل مناسب نیست. اما در حال حاضر محققان در حال تحقیق در زمینه ای به منظور کاهش درجه حرارت SOFC، که برای نرم افزار قابل حمل مناسب باشد. هیدروژن و مونوکسید کربن به عنوان سوخت برای SOFC استفاده می شود [۱۶].

۴-۲- پیل سوختی کربنات مذاب (MCFC)

پیل های سوختی کربنات مذاب (MCFCs)، پیل های سوختی در دمای بالا هستند. آنها با استفاده از مخلوط نمک کربنات مذاب به عنوان الکترولیت معلق در یک بستر سرامیکی متخلخل، الکترولیت جامد آلومینا بتا که از لحاظ شیمیایی خنثی می باشند.

مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

شماره شایک مقالات: ۸-۴۵ - ۸۰۴۵ - ۶۰۰ - ۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم‌اندیشان انرژی کیمیا و

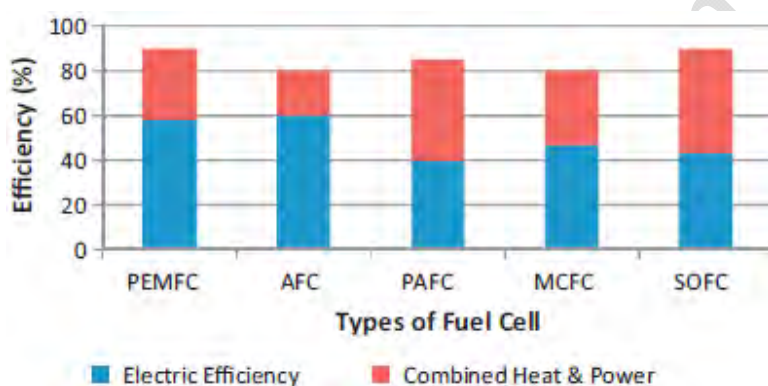
انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.Energyconf.ir



MCFCs در حال حاضر برای گاز طبیعی و نیروگاه زغال سنگی در صنایع الکتریکی، کاربردهای صنعتی و نظامی استفاده می‌شود. مزایا و معایب MCFCs مربوط به درجه حرارت بالای آن‌ها می‌باشد. MCFC ممکن است به طور مستقیم با هیدروژن، مونوکسید کربن، گاز طبیعی و پروپان بسوزد. آنها به کاتالیزور فلز نجیب برای اکسیداسیون الکتروشیمیایی و کاهش نیاز ندارند. آنها همچنین هر توسعه زیرساخت برای نصب نیاز ندارند، با این حال، مدت زمان طولانی برای رسیدن به درجه حرارت عملیات و تولید برق مورد نیاز است [۵]. به دلیل درجه حرارت بالای عملیات و حضور خوردنده کربنات قلیایی مذاب به راحتی تخریب اجزا رخ می‌دهد. افزایش عمر سلول یکی از مهم‌ترین اهداف برای کاربرد واقعی MCFC می‌باشد. نکته کلیدی در توسعه مواد الکترودی برای بهبود MCFCs در ثبات شیمیایی و فیزیکوشیمیایی آنها است [۱۹].

شکل ۲، بازده الکتریکی و بازده سیکل ترکیبی سلول‌های سوختی مختلف را نشان می‌دهد [۵].



شکل ۲. بازده مختلف انواع پیل سوختی [۵].

۲-۵- پیل سوختی غشاء تبادل پروتون (PEMFC)

پیل‌های سوختی غشاء تبادل پروتون (PEMFCs)، دستگاه‌های الکتروشیمیایی هستند که انرژی شیمیایی را به طور مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند، جایگزین‌هایی امیدوارکننده برای باتری‌های قابل شارژ می‌باشند. یک نوع از این PEMFC، یک پیل سوختی متانول مستقیم (DMFC) است [۲۰].

در میان انواع مختلف پیل سوختی، پیل سوختی غشاء تبادل پروتون (PEMFC) با توجه به راندمان بالای تبدیل انرژی و تراکم قدرت، راه‌اندازی سریع، و سطح انتشار پایین به عنوان یکی از امیدوارکننده‌ترین منابع انرژی پاک از قرن بیست و یکم برای حمل و نقل و برنامه‌های کاربردی در نظر گرفته شده است [۲۱ و ۲۲].

تحقیقات قابل توجه در طول چند دهه گذشته، تکنولوژی پیشرفته PEMFC است. طول عمر نسبتاً کوتاه PEMFCs ناشی از تخریب مواد است. دوام و ماندگاری هر جزء در یک PEMFC توسط بسیاری از عوامل داخلی و خارجی، از جمله خواص مواد، شرایط

مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

شماره شایک مقالات: ۸-۴۵ - ۸۰۴۵ - ۶۰۰ - ۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم‌اندیشان انرژی کیمیا و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.Energyconf.ir



عملیاتی پیل سوختی (مانند رطوبت، دما، ولتاژ سلول، و غیره)، ناخالصی یا آلاینده‌ها در خوراک، شرایط محیطی (به عنوان مثال، زیر نقطه انجماد و یا شروع به سرد)، حالت‌های عملیات (مانند راه‌اندازی، خاموش، چرخه زنی بالقوه، و غیره)، و طراحی قطعات تحت تاثیر قرار می‌گیرد. نتایج نشان داد که فروپاشی عملکرد در هنگام راه‌اندازی و خاموش کردن چرخه مکرر بسیار جدی است، اما اثر راه‌اندازی و خاموش شدن چرخه بر طول عمر پیل سوختی را می‌توان نادیده گرفت [۲۳].

PEMFCs پیل‌های سوختی دمای پایین با درجه حرارت بین ۶۰ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشند. آنها سیستم‌های فشرده سبک وزن با راه‌اندازی سریع می‌باشند. آب بندی الکترودها در PEMFCs راحت‌تر از انواع دیگر پیل‌های سوختی به دلیل استحکام الکترولیت است. علاوه بر این، طول عمر آنها طولانی‌تر و تولید آنها ارزان‌تر است [۲۴-۲۶].

۲-۶- پیل سوختی متانول مستقیم (DMFC)

پیل سوختی متانول مستقیم (DMFC) از نوع PEMFCs است. این یک منبع مناسب از انرژی، برای تولید انرژی‌های قابل حمل با توجه به عملکرد در دمای کم، عمر طولانی و ویژگی‌های سریع سیستم سوخت‌گیری است. علاوه بر این، نیازی نیست که آنها شارژ شوند و به عنوان منبع انرژی تجدیدپذیر پاک می‌باشند. منبع انرژی سیستم DMFC متانول است [۵].

DMFC بر اساس سوخت و اکسیدان به فعال، نیمه فعال و یا غیر فعال طبقه بندی شده‌اند. DMFCs فعال با محلول متانول و اکسیدان با استفاده از پمپ، سنسورها، گرمکن‌ها و اجزای رطوبت تغذیه شده‌اند. DMFCs منفعل (غیرفعال) فشرده‌تر، ساده‌تر، قابل اطمینان‌تر و در نتیجه مناسب‌تر برای حمل و نقل و برنامه‌های کاربردی میکرو/مینیاتور نیاز به توان کم (10 W) هستند. DMFCs نیمه فعال یک آند منفعل و کاتد فعال و یا یک آند فعال و کاتد منفعل می‌باشند. تجاری شدن DMFCs به طور مداوم از اوایل سال ۲۰۰۰ به دلیل هزینه‌های بالای خود، طول عمر کم و موانع فنی به تعویق افتاد. بازار پررونق برای دستگاه‌های الکترونیکی قابل حمل پیش‌بینی‌هایی کرده است که تقاضای زیادی برای سیستم‌های انرژی قابل حمل با چگالی بالا است. در سال‌های آینده، تکنولوژی DMFC به دلیل مزایای آن از جمله چگالی بالا و سوخت‌گیری سریع، که از ویژگی‌های بسیار مهم سیستم‌های قدرت قابل حمل است یک فرصت خوب در بازار می‌باشد. با این حال، پیشرفت‌های قابل توجهی که هنوز هم برای غلبه بر موانع فنی در DMFCs با استفاده از متانول با غلظت بالا می‌باشد، مورد نیاز است. روند توسعه در سال‌های اخیر بسیار امیدوارکننده بوده است. رویکردهای در حال توسعه، چالشها و فرصتها در DMFCs منفعلانه با متانول با غلظت بالا به عنوان تغذیه پرداخته است [۲۰].

۳- نتیجه گیری

انواع مختلف پیل‌های سوختی مورد مطالعه قرار گرفت، اگر چه تمام انواع پیل‌های سوختی بر اساس مشابه عمل می‌نمایند اما از نظر بازده انرژی، کلیایی بیشترین کارایی (۶۰٪) و سپس غشاء الکترولیت پلیمری (۵۸٪) و کربنات مذاب (۴۷٪) را دارا می‌باشد.

مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

شماره شایک مقالات: ۸-۴۵-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم‌اندیشان انرژی کیمیا و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.Energyconf.ir



با توجه به راندمان تبدیل بالا و مقبولیت محیطی، پیل سوختی به عنوان یک فرآیند موثر برای تولید برق از اجزای شیمیایی است. استفاده از فن آوری پیل سوختی برای سیستم‌های پیشرفته تولید نیرو نشانگر پیشرفت‌های قابل توجهی در حفاظت از انرژی و حفاظت از محیط زیست برای دهه آینده است. در حالی که AFCS بیشترین بازده و PEMFC، ایده آل برای برنامه‌های کاربردی حمل و نقل مانند اتومبیل (خودرو) و اتوبوس است. DMFC و PAFC از لحاظ اقتصادی کارآمد هستند؛ با این حال، مشکل آنها بازده پایین می‌باشد. SOFC و MCFC بازده سیکل ترکیبی (CHP) بالایی را نمایش می‌دهند. با ترکیب استراتژی‌های سیستم با پشتیبانی کاتالیزور جدید که مقاومت بهتر در برابر خوردگی دارد، از تخریب عملکرد ناشی از راه اندازی و خاموش کردن فرآیندها جلوگیری میشود که باعث طولانی شدن عمر PEMFCs میشود. راندمان الکتریکی بالا در SOFC ممکن است بر اساس CHP / CCHP و یا نیروگاه سیکل ترکیبی باشد.

مراجع

- [1] T. Alleau, F. Barbier, Fuel cells: from their characteristics to their application fields, *Actualité chimique* (2001) 48–57.
- [2] Nahar G, Kendall K. Biodiesel formulations as fuel for internally reforming solid oxide fuel cell. *Fuel Process Technol* 2011;92(July (7)):1345–54.
- [3] Larminie J, Dicks A. Fuel cell system explained. 2nd ed. United Kingdom: John Wiley & Sons; 2003.
- [4] Winter M, Brodd RJ. What are batteries, fuel cells, and super capacitors? *Chem Rev* 2004;104:4245–69.
- [5] S. Mekhilef, R. Saidur, A. Safari., "Comparative study of different fuel cell technologies" , *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (2012) 981– 989
- [6] Cook B. An introduction to fuel cells and hydrogen technology. Vancouver, Canada: Heliocentris; 2001.
- [7] Mark Ormerod R. Solid oxide fuel cells, the royal society of chemistry. *Chem Soc Rev* 2003;32:17–28.
- [8] Kirubakaran A, Jain S, Nema RK. A review on fuel cell technologies and power electronic interface. *Renew Sustain Energy Rev* 2009;13:2430–40.
- [9] G. Merle, M. Wessling, K. Nijmeijer., " Anion exchange membranes for alkaline fuel cells: A review ", *Journal of Membrane Science* 377 (2011) 1– 35
- [10] Crawley G. Fuel cell today. Johnson Matthey Plc. 04241894; 2006, March. Available online at: <http://www.fuelcelltoday.com>.
- [11] Comparison of fuel cell technologies. US Department of Energy Hydrogen Program. Available online at: <http://www.hydrogen.energy.gov> [accessed December 2008].
- [12] Kordesch K. Alkaline fuel cells applications, innovative energy technology. Austria: Institute of High Voltage Engineering, U Graz; 1999.
- [13] E. Gülzow, Alkaline fuel cells: a critical view, *Journal of Power Sources* 61 (1996) 99–104.
- [14] O.Yarguddi, D. A. Dharme., " Fuel Cell Technology: A Review " , *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 3, Issue 7, July 2014

مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

شماره شایک مقالات: ۸-۴۵-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم‌اندیشان انرژی کیمیا و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.Energyconf.ir



[15] Phosphoric acid fuel cell technology (Accessed 4 January 2014) [Online], Available: <http://americanhistory.si.edu/fuelcells/phos/pafcmain.htm>

[16] A. Choudhury, H. Chandra, A. Arora, " Application of solid oxide fuel cell technology for power generation—A review ", Renewable and Sustainable Energy Reviews 20 (2013) 430–442

[17] Laosiripojana N, WiyaratnW, KiatkittipongW, Soottitantawat A, Assabumrungrat S. Reviews on solid oxide fuel cell technology. Engineering Journal 2009;13(1): 1–19.

[18] Mark Ormerod R. Solid oxide fuel cells, the royal society of chemistry. Chem Soc Rev 2003;32:17–28.

[19] E. Antolini. , " The stability of molten carbonate fuel cell electrodes: A review of recent Improvements ", Applied Energy 88 (2011) 4274–4293

[20] X. Li, A. Faghri, " Review and advances of direct methanol fuel cells (DMFCs) part I: Design, fabrication, and testing with high concentration methanol solutions" , Journal of Power Sources 226 (2013) 223e240

[21] W. Vielstich, H. Yokokawa, H.A. Gasteiger, Handbook of Fuel Cells: Fundamentals, Technology, and Applications. Advances in Electrocatalysis, Materials, Diagnostics and Durability, Part 1, Wiley, 2009.

[22] R. Borup, J. Meyers, B. Pivovar, Y.S. Kim, R. Mukundan, N. Garland, D. Myers, M. Wilson, F. Garzon, D. Wood, Chemical Reviews 107 (2007) 3904–3951.

[23] Y. Yu, H. Li, H. Wang, X. Z. Yuan, G. Wang, M. Pan., " A review on performance degradation of proton exchange membrane fuel cells " , Journal of Power Sources 205 (2012) 10– 23 during startup and shutdown processes: Causes, consequences, and mitigation

strategies

[24] Sopian K. Challenges and future developments in proton exchange membrane fuel cells. Elsevier Ltd.; 2005.

[25] Therdtianwong A, Saenwiset P, Therdtianwong S. Cathode catalyst layer design for proton exchange membrane fuel cells. Fuel, in press, Corrected Proof, Available online 21 July 2011.

[26] Comparison of fuel cell technologies. DOE Energy Efficiency and Renewable Energy Information Center; 2008. Available online at: <http://www.hydrogen.energy.gov>.

مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

شماره شایک مقالات: ۸-۴۵-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم‌اندیشان انرژی کیمیا و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.Energyconf.ir



www.Energyconf.ir

مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس انرژی و محیط زیست

شماره شایک مقالات: ۸-۴۵-۸۰۴۵-۶۰۰-۹۷۸

سوم دی ۱۳۹۴، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما

۰۹۱۹۷۵۵۶۴۲۴ - (۰۲۱) ۸۸۶۷۱۶۷۶

مجریان: هم‌اندیشان انرژی کیمیا و

انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران

www.Energyconf.ir



A study of technologies of fuel cells

Hanieh GHorbani JafarBigloo³, Majid Mahdavian⁴

Quchan University of Advanced Technology

Abstract

Fuel cells are a type of converters which convert chemical energy into electrical form. Their diversity of these cells is because of the various electrodes that can be used in them. In this paper different kinds of fuel cells (Alkaline fuel cell, Phosphoric acid fuel cell, Solid oxide fuel cell, Molten carbonate fuel cell, Proton exchange membrane fuel cell, Direct methanol fuel cell) have been introduced and studied. Hydrogen fuel cells is one of the most applicable and most popular cells. The results indicate that fuel cell systems are environmentally friendly, have a simple design, high reliability, noiseless operation, and high efficiency. AFCS (Alkaline Fuel Cells) are the most efficient and PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cells) are ideal for applicable transport programs such as cars and busses. DMFC (Direct methanol fuel cell) and PAFC (Phosphoric acid fuel cell) are economically efficient. Still their main problem is low efficiency. SODC (Solid oxide fuel cell) and MCFC (Molten carbonate fuel cell) indicate high combined cycle (CHP) efficiency.

Key words: fuel cells, fuel cell technology, efficiency

³ MSC Student of Chemical Engineering, Chemical Eng. Department, Quchan University of Advanced Technology

⁴ Assistant Professor, Chemical Eng. Department, Quchan University of Advanced Technology

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی



مقاله نویسی علوم انسانی



اصول تنظیم قراردادها



آموزش مهارت های کاربردی در تدوین و چاپ مقاله