پیل‌های سوختی؛

چالش نوین قرن برای توسعه سیستم‌های تبدیل انرژی

تلاش برای توسعه پیل‌های سوختی و ایجاد تجارت پایدار برای آنها به منظور تامین تمام یا بخشی از انرژی مورد نیاز سیستم‌های تولید قدرت ثابت و سیار به ویژه در وسایط نقلیه، در سال‌های اخیر شتاب سریعی داشته است. این مقاله پس از معرفی اجزای کارایی و کاربری سیستم پیل سوختی، به شرح مزایا، محدودیت‌ها، توسعه و مسائل فنی برای پژوهش انواع پیل‌های سوختی می‌پردازد. هدف عبارت از مرور اجمالی درباره مزایا، محدودیت‌ها و چالش‌های فنی مربوط به پیل‌های سوختی با الکترولیت پیلمیر و با سوخت هیدروژن نیز پیل‌های سوختی متانول و اتانول است.

فرآیند تبدل یک ماده و یا انرژی از نوعی به نوع دیگر را تبدیل انرژی می‌نامند. در طبیعت انرژی به انواع مختلف الکتریکی، مکانیکی، جاذبه، نور، هسته‌ای، شیمیایی یا حرارتی یافت می‌شود. در سیستم‌های تبدیل انرژی، مثلاً در یک ماشین حرارتی انرژی نهفته سوخت که به صورت شیمیایی است در اثر احتراق به صورت کار قابل استفاده تبدیل می‌شود. عموماً فرایند تبدیل انرژی همراه با تلفات به صورت حرارت یا پسماند سوخت است.

قانون اول ترمودینامیک بیان می‌کند که انرژی در تمام تبدیلات خود غیرقابل تغییر است. بنابراین مجموع انرژی خروجی و تلفات تبدیل انرژی همواره برابر با انرژی ورودی است. لذا بکارگیری مؤثرترین و کاراترین فناوری‌های تبدیل انرژی با بازده بالا برای بقا و تأمین انرژی‌های غیر تجدیدپذیر خیلی مهم است.

انرژی ⟵ وسیله تبدیل انرژی ⟵ انرژی

انقلاب صنعتی با کشف ماشین بخار توسط جیمز وات در سال ۱۷۶۵ شروع شد. پس از آن سایر سیستم‌های رایج تبدیل انرژی شامل تاسیسات تولید بخار، توربین گاز، موتورهای احتراق داخلی، سیستم‌های تبرید و تاسیسات تولید قدرت با سیکل‌های ترکیبی رواج یافت. امروزه فناوری‌های پیشین کاربردهای جدید پیدا کرده‌اند یا دوباره احیا می‌شوند. توسعه هر فناوری جدید از اولین مرحله تکامل آن (مرحله تشریحی) تا تولید انبوه و بکارگیری وسیع آن نه تنها یک فرایند فنی است، بلکه لزوماً یک فرایند توسعه اجتماعی محسوب می‌شود.

در آینده ما نیاز خواهیم داشت که منابع انرژی رایج خود را تغییر دهیم. بدیهی است که انتخاب امروز ما برای منابع انرژی و فناوری‌های تبدیل آنها تاثیر به سزایی در تأمین رفاه نسل آتی خواهد داشت. اگر بتوان به جای یک منبع در توسعه و بکارگیری منابع دیگر سرمایه‌گذاری کرد، این انتخاب برای نسل آتی آینده روشن تری را فراهم خواهد آورد. به عبارت دیگر ما باید در انتخاب منابع شرایط اجتماعی و اکولوژیک جامعه را در نظر بگیریم. شش گروه از سیستم‌های تبدیل انرژی پیشرفته که از نظر توسعه کاربردهای تجارتی بیشترین اهمیت یافته‌اند که به ترتیب عبارتند از:

- پیل‌های سوختی (Fuel Cells)
- احتراق در بسترهای مایع تحت فشار (Pressurized Fluidized-Bed)
- سیکل‌های ترکیبی گازی (Integrated Gasification combined cycles)
- سیکل‌های پخت غیرمستقیم (Indirectly fired cycles)
- توربین گازی پیشرفته (Advanced Gas Turbines)
- سیستم‌های تبدیل هیدرودینامیک مغناطیسی (Magneto hydrodynamics)

سیستم‌های تبدیل انرژی رایج در تولید قدرت به لحاظ ایجاد رقابت مزایای بیشتری در بازار دارند، ولی رواج و توسعه فناوری‌های جدید تا حد متأثر از هزینه‌های تمام شده در تولید است که شامل هزینه کنترل آلاینده‌های زیست‌محیطی نیز می‌شود. از طرف دیگر نیروگاه‌های گازی به لحاظ بی‌نیازی به ابزار کنترل ذرات و یا سولفور در اولویت نخست قرار دارند. در نیروگاه‌های ذغال سوز، کنترل نشرگازها لازمه از بین بردن سولفور تا حدود ۹۵ الی ۹۸ است. در این نیروگاه‌ها، تأسیسات تبدیل ذغال به گاز با سیکل‌های ترکیبی در مقایسه با تأسیسات معمول ذغال سنگ دارای رقابت شدیدی هستند. بزرگترین مانع در توسعه این نیروگاه‌ها، رعایت قوانین زیست‌محیطی است که شامل کنترل نشر دی اکسیدکربن و در طولانی مدت موجب تغییر شرایط اقلیمی می‌شود. بنابراین، تأسیسات تولید قدرت به شدت متأثر از حدود تولید دی اکسید کربن می‌شوند. فناوری‌هایی که قادر به تولید نیروی برق بدون نشر دی اکسیدکربن یا با کمترین حد آن باشند، دارای مزیت اقتصادی است و اندازه آنها به حد نشر این گاز بستگی دارد.

فناوری‌های نیروگاهی با کربن آزاد از قبیل قدرت هسته ای و انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند در مقایسه با فناوری‌های منابع فسیلی دارای رقابت بیشتری داشته باشند. در این میان پیل‌های سوختی که بدون احتراق و از طریق واکنش شیمیایی تولید برق می‌کنند، در سال‌های اخیر توجهات خاصی را به دست آورده‌اند. پیل‌های سوختی سوخت را بدون ایجاد ارتعاشات، سر و صدا و نشر گازهای سمی به الکتریسیته تبدیل

می‌کنند و دارای بازده تبدیل دو یا سه برابر بیشتر از نیروگاه‌های بخار و یا موتورهای احتراق داخلی هستند. از مزیت‌های شاخص این نوع سیستم‌های تبدیل انرژی امکان ذخیره‌سازی و یا توزیع انرژی به صورت سوخت (به صورت خیلی معمول، هیدروژن) و مهمتر اینکه سوخت مصرفی آنها می‌تواند از منابع انرژی تجدیدپذیر از قبیل آب و یا گاز طبیعی حاصل می‌شود.

پیل‌های سوختی

پیل سوختی وسیله الکتروشیمیایی است که به طور مداوم می‌تواند انرژی شیمیایی یک سوخت و یا اکسیدان را توسط فرایندی که اساساً شامل واکنش‌های شیمیایی در آند و کاتد یک سیستم الکترود الکترولیت است، به انرژی الکتریکی تبدیل کند. تبدیل انرژی دراین وسیله بدون انجام احتراق صورت می‌پذیرد.

در سال ۱۸۳۹ ویلیام گرو اولین آزمایش مربوط به شناخت یک پیل سوختی را که به وسیله الکترودهای پلاتینی غوطه ور در محلول اسید سلفوریک (H_2SO_4) کار می‌کرد انجام داد. پیل‌های سوختی اکسید جامد دمای بالا (SOFC) گرچه تا سال ۱۹۶۰ توسعه عملی کمتری درباره آنها انجام یافت. پیل‌های سوختی با الکترولیت غشاء پلیمر دما پایین (PEM) اولین بار در سال ۱۹۶۰ به وسیله کمپانی جنرال الکتریکی برای برنامه فضایی ناسا به کار گرفته شد. هر دو سیستم PEM و SOFC تا سال‌های اخیر دارای پیشرفت کندی داشته‌اند ولی با پیشرفت‌های فنی اخیر کارایی آنها تا حد زیادی افزایش یافته است.

با توجه به رعایت شرایط زیست‌محیطی و نیاز به طرح و توسعه سیستم‌های تولید قدرت نوظهور بدون استفاده از سوخت‌های فسیلی، گرایش به سمت تمام انواع پیل‌های سوختی در کاربردی‌های نیروگاهی و محرکه نوظهور در حال حاضر خیلی بالاست. در توسعه این فناوری‌ها همواره نیاز به کاهش هزینه سیستم، امکان کاربری با درجه اطمینان بالا و کارایی قابل قبول از اهمیت خاصی برخوردار هستند. امروزه گرچه کارایی خیلی سیستم‌ها بهبود یافته است، ولی هنوز هم نیاز به انجام فعالیت‌های زیادی در این زمینه است. همچنین پیل‌های سوختی نقش خود را در کاربردهای فضایی نشان داده‌اند.

پیل سوختی به لحاظ انجام تبدیل انرژی بدون احتراق در آنها، یک سیستم منحصر به فرد است. برای طرح و کارایی بهینه آنها، نیاز به انجام شبیه‌سازی دقیق سیستم آنهاست. این شبیه‌سازی برای پیش‌بینی کارایی پیل سوختی به صورت تابعی از شرایط کارکرد ممکن و عوامل گذرا لازم است. ولی عموماً چنین شبیه‌سازی پرهزینه و نیاز به درک تمام پدیده‌های مربوط به پیل سوختی دارد. اگرچه کارکرد پیل‌های سوختی بر مبنای اصول الکتروشیمی قرار دارد ولی پیشرفت‌ها درتمام زمینه‌های مربوط به آنها با چنان شدتی در حال ظهور است که برای یک محقق امکان شناخت کامل تمام جوانب مربوط به وضعیت پیل‌های سوختی عملاً غیرممکن است.

برای اینکه گام‌هایی را در سه نیاز اولیه سیستم‌های تبدیل انرژی (کارایی بالا، هزینه پایین‌تر و کاربری با درجه اطمینان بالا) برداریم. لازمه آن تسلط کافی در زمینه درک اصول الکتروشیمی، مواد، ساخت، انتقال جرم و حرارت است. به لحاظ ماهیت شدید بین رشته ای در سیستم‌های پیل سوختی، اغلب برنامه‌های پژوهشی موفق به صورت کار گروهی که شامل متخصصانی از رشته‌های تکمیلی است، انجام یافته است. یقیناً آینده سیستم‌های تولید قدرت در گرو توسعه پیل‌های سوختی است.

انواع پیل‌های سوختی

پیل‌های سوختی به وسیله دمای کارکرد آنها و عموماً طبق طبیعت الکترودهای مورد استفاده تقسیم بندی می‌شوند. فناوری‌های متفاوتی از پیل‌های سوختی برای کاربردهای متفاوت توسعه یافته‌اند که هر کدام مطابق جدول ۱ شیمی متفاوتی را به کار می‌برند.

علاوه بر پیل‌های سوختی مذکور در جدول ۱، انواع دیگری از پیل‌های سوختی وجود دارد که کمتر به کار برده شده‌اند، ولی ممکن است بعداً کاربرد خاصی را پیدا کنند. به عنوان مثال می‌توان از پیل‌های هوایی غیرپولاریزه، پیل‌های سدیم آغشته به جیوه، پیل‌های سوختی بیوشیمیایی، پیل‌های اکسید قرمز معدنی، پیل‌های بازیافت شده و پیل‌های هالوژنه الکالین نام برد. در عمل برای ایجاد یک مولد بزرگ، پیل‌های سوختی می‌توانند با هم ترکیب شوند. در این مولد پیل‌ها از نظر الکتریکی به طور سری به موصل می‌شوند تا ولتاژ خروجی مناسبی را ایجاد کنند. در این مولد یک جزء داخلی‌اند یک پیل را به کاتد پیل بعدی وصل می‌کند. ترکیب پیل‌های سوختی، بر حسب نوع کاربرد، می‌تواند به صورت سری، موازی و یا سری موازی صورت گیرد. تعداد

نوع پیل سوختی	الکترولیت مورد استفاده	دمای کارکرد (°C)	سوخت مورد استفاده
الکالین (AFC)	هیدرات پتاسیم (KOH)	۵۰-۲۰۰	هیدروژن خالص (H_2) و یا هیدرازین (N_2H_4)
متانول مستقیم (DMFC)	پلیمر	۶۰-۲۰۰	الکل مایع (CH_3OH)
اسید فسفریک (PAFC)	اسید فسفریک	۱۶۰-۲۲۰	الکل و هیدروکربور
اسید سلفوریک (SAFC)	اسید سلفوریک	۸۰-۹۰	الکل و یا هیدروژن با خلوص پایین
الکترولیت غشاء پلیمر (PEMFC)	غشاء پلیمر	۵۰-۸۰	هیدروژن با خلوص پایین از هیدروکربور و یا متانول
کربنات مذاب (MCFC)	نمک مذاب از قبیل نیترات، سلفات و کربنات	۶۲۰-۶۵۰	هیدروژن، منواکسیدکربن، گاز طبیعی و پروپان
اکسید جامد (SOFC)	زرکونیوم	۶۱۰۰-۱۰۰۰	گاز طبیعی و یا پروپان
پلیمر جامد (SPFC)	پلیستون جامد	۹۰	هیدروژن

جدول ۱، انواع پیل‌های سوختی

پیل‌های سوختی در این ترکیب ولتاژ کلی را تعیین و سطح هر یک از پیل‌ها جریان کلی را به دست می‌دهند.

طرح و کارکرد پیل‌های سوختی

پیل سوختی یک وسیله تبدیل انرژی است که با ترکیب یک سوخت (مثلاً هیدروژن، گاز طبیعی یا یک ماده تجدیدپذیر حاصل از تبدیل بیوگاز از قبیل اتانول) و یک اکسیدان (مثلاً اکسیژن، هوا و یا نوع دیگری از اکسیدان) مابین الکترودها و در میان الکترولیت با یون‌های مادی به روش الکتروشیمیایی انرژی الکتریکی تولید می‌کند. مشخصه اصلی یک پیل سوختی ظرفیت تبدیل مستقیم انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی در آن است. بازده تبدیل انرژی در یک پیل سوختی بالاتر از بازده هر سیستم ترمومکانیکی رایج است. بنابراین می‌تواند انرژی الکتریکی بیشتری را از مقدار سوخت مصرفی یکسان تولید کند. پیل‌های سوختی بدون واکنش احتراق کار می‌کند، بنابراین با محیط‌زیست‌سازگار است. (عموماً نشر حاصل از کارکرد پیل‌های سوختی با هیدروژن که از منابع تجدیدپذیر حاصل می‌شود تنها بخار آب خواهد بود.) پیل‌های سوختی در حال حاضر به منظور استفاده در سیستم‌های تولید قدرت در حال توسعه هستند تا بتوانند جوابی برای نیاز اصلی فناوری‌های انرژی پاک باشند. واکنش‌های الکتروشیمیایی در سه فصل مشترک مابین الکترود، الکترولیت و یون‌ها صورت می‌پذیرد.

یون‌ها در اثر پخش و یا جابجایی به سطوح کاتالیست الکترودها شده که در آنجا واکنش‌های الکتروشیمی رخ می‌دهند، انتقال می‌یابند. در پیل‌های سوختی با الکترولیت غشاء پلمیر (PEM) انتقال یون‌ها به الکترودها از طریق لایه نازک کاغذی یا پارچه‌ای از کربن هادی که الکترولیت را از هر دو طرف می‌پوشاند، رخ می‌دهد. این لایه‌های پوششی با ضریب تخلخل معمولاً بین ۰/۳ تا ۰/۸ با هدف دوگانه دفع و جذب یون‌ها و محصولات به الکترودها و نیز دفع و جذب الکترون از صفحات دوقطبی عمل می‌کنند. یک واکنش اکسیداسیون الکتروشیمیایی در آند تولید الکترون‌ها را می‌کند که از طریق صفحات دوقطبی و یا پیل داخلی در یک مدار خارجی جریان می‌یابند، در حالی که یون‌ها از طریق الکترولیت به الکترود مخالف برمی‌گردند؛ الکترون‌ها از مدار خارجی برگشته تا در کاهش واکنش‌های الکتروشیمیایی در کاتد شرکت کنند.

مزیت مهم دیگری که پیل‌های سوختی در مقایسه با ماشین‌های حرارتی دارند عبارت از این است که بازده کارکرد آنها چندان به ابعاد پیل حساس نیست. بنابراین توان با بازده بالا برای ابزار الکترونیکی سیار می‌توان به دست آورد. برای ماشین‌های حرارتی در مقیاس کوچک بازده آنها به حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد و در موتورهای پیشرفته با سوخت تزریقی بازده آنها به ۲۸ درصد می‌رسد. پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهند حتی در صورت عدم ظهور پیشرفت مهم در آینده بازده کارایی پیل سوختی نوظهور به حد ۴۰ درصد نیز برسد.

پیل‌های سوختی با سوخت مایع

پیل سوختی با سوخت مایع (DMFC) به لحاظ سادگی ساختمان و به علت اینکه این نوع پیل‌ها در مقایسه با پیل‌های سوختی (H۲PEMFC) به حداقل وسایل فرعی نیاز دارند، اخیراً توجهات زیادی را به دست آورده‌اند. پیل‌های سوختی که متانول بازیافت شده را به کار می‌برند به پیل‌های سوختی متانول با تغذیه غیرمستقیم معروف شده‌اند. برخی از پیل‌های سوختی متانول سوخت را در دمای بالاتر از نقطه جوش محلول متانول ۹۵ ^{0}C در فشار اتمسفر به کار می‌برند و این نوع پیل‌ها در ردیف پیل‌های سوختی متانول با تغذیه مستقیم بخار قرار دارند. به لحاظ سادگی سیستم، اغلب تحقیقات مربوط به پیل‌های سوختی متانول به توسعه پیل‌های سوختی متانول با تغذیه مستقیم مایع اختصاص یافته است.

با وجود اینکه پیل‌های سوخت هر دو الکترولیت از نوع غشاء پلیمری را به کار می‌برند و در این پیل‌ها پروتون هیدروژن از طریق الکترولیت انتقال می‌یابد. ولی پیل DMFC محلولی از متانول و آب (معمولاً ۰/۵ الی ۲ مول) را به‌اند تغذیه می‌کند که کاتالیست دوباره آن را احیاء می‌کند. به هر حال وجود مشکل اضافی در موقع بازیافت داخلی متانول در دمای پایین مانع از این می‌شودکه DMFC دانسیته توانی را که تحت شرایط یکسان در پیل‌های سوختی (H۲PEMFC) تولید می‌شود، به دست آورد.

در پیل‌های سوختی با متانول با تغذیه مستقیم، فعالیت پولاریزاسیون‌اند و هم کاتد خیلی مهم است و هر دو از یک درجه اهمیت برخوردارند. به هر حال با وجود کارایی پایین‌تر آنها در مقایسه با پیل‌های سوختی (H۲PEMFC) به علت برخورداری از مزایای ذیل این پیل‌های سوختی دارای برتری هستند:

- به لحاظ اینکه در جریان‌اند اغلب در فاز مایع است، بر خلاف پیل‌های سوختی PEM نیازی به تبرید جداگانه با سیستم فرعی رطوبت دهی نیست.
- در پیل‌های سوختی با سوخت مایع به کار می‌رود در مقایسه با پیل‌های سوختی با سوخت گازی جریان گاز پمپ کوچکتری نیاز دارند. در حقیقت در پیل‌های با سوخت مایع چندین پدیده طبیعی ناشی از عمل خاصیت مویینگی، شناوری و پخش در دریافت یون‌ها با هم عمل می‌کنند.
- سوخت‌های مایع خیلی سنگین که در فشار اتمسفر ذخیره‌می‌شوند، مسائل مربوط به بازیافت ویا ذخیره‌هیدروژن در حین عمل را حذف می‌کنند.

در نتیجه کاهش زیاد در اجزای سیستم و پیچیدگی ساختمان، دانسیته توان کلی پیل‌های سوختی DMFC را برای ابزار الکترونیکی سیار با محرکه مناسب می‌سازد. در اغلب چنین سیستم‌ها نیاز به دفع حرارت از ابزار الکترونیکی است که با پیش‌گرم کردن محلول متانول امکان‌پذیر است و بنابراین همزمان کارایی پیل سوختی افزایش می‌یابد. علاوه بر کم بودن در آند از دیگر معایب پیل سوختی متانول مربوط به استفاده متانول است. متانول سمی است و سریعاً می‌تواند در آب پخش شود. این ماده دارای شعله بی‌رنگ است و بیشتر از گازوئیل خورنده است. با وجود چنین معایبی در حال حاضر رونق اقتصادی متانول برای تولیدکنندگان مقرون به صرفه نیست؛ مگر آنکه بعداً آن را جایگزین اقتصاد هیدروژن کنند. در نتیجه، با وجود این موانع بعید به نظر می‌رسد که متانول در آینده نزدیک به عنوان سوخت در پیل‌های سوختی به کار رود. اگرچه پیل‌های سوختی متانول به علت سادگی ساختمان کاملاً مناسب هستند ولی هنوز چهار مشکل فنی در کارایی آنها وجود دارد که شامل هدایت آب، عبور متانول، وجود انتقال دو فازی در آند و بالاخره تلفات ناشی از فعالیت زیاد پولاریزاسیون و بارگذاری کاتالیست است.

اگرچه رطوبت‌دهی خارجی نوعاً در پیل‌های سوختی متانول به لحاظ وجود محلول مایع در آند لازم نیست، ولی جلوگیری از ریزش کاتد برای اطمینان از کارایی کافی مهم است. ریزش بیشتر به پیل‌های سوختی متانول مربوط می‌شوند تا پیل‌های سوختی H۲، واکنش‌ها عبارتند از:

کاتد: $CH_3OH + H_2O \rightarrow CO_2 + 6H^+ + 6e^-$

آند: $\frac{3}{2}O_2 + 6H^+ + 6e^- \rightarrow 3H_2O$

$CH_3OH + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

پیل سوختی:

پژوهش‌ها نشان می‌دهد که پیل‌های سوختی متانول بازده حدود ۴۰ درصد در حد دمای $120^{0}C$ کار کنند که این دما قدری بالاتر از دمای کار پیل‌های سوختی PEM است. مقدار کاتالیست پلاتینیوم برای تبدیل متانول در دمای پایین به هیدروژن ودی اکسیدکربن در این پیل‌ها بیش از حد مورد نیاز در پیل‌های PEM است. این افزایش هزینه انتظار می‌رود بیش از برتری استفاده از سوخت مایع و توانایی تولید توان بدون یک واحد بازسازی باشد. فناوری مربوط به پیل‌های سوختی متانول مستقیم هنوز در مراحل اولیه توسعه است، ولی آنها در ایجاد نیروی محرکه در تلفن‌های همراه و رایانه‌های سیار با موفقیت به کار گرفته شده‌اند.

ملاحظات زیست‌محیطی

ملاحظات زیست‌محیطی در هر کشوری نقش مهمی در راه‌اندازی و توسعه فناوری‌های سیستم‌های انرژی ایفا می‌کنند. پیل‌های سوختی معمولاً از نظر زیست‌محیطی دارای با فناوری‌های پاک هستند. با وجود این مطالعه تمام زنجیره سیکل پیل سوختی از نظر ملاحظات زیست‌محیطی مفید باشد. هدف از این مطالعه داوری درباره رعایت این ملاحظات در یک سیستم پیل سوختی که شامل محدودیت‌های ساخت و دفع پسماند است. تحلیل طول عمر در این داوری‌ها نقش مهمی را ایفا می‌کند.

مزایای پیل‌های سوختی

با توجه به مطالبی که اشاره رفت، می‌توان مزایای اصلی پیل‌های سوختی را به شرح ذیل خلاصه کرد:

۱. توانایی کار با بازده بالاتر (بیشتر از ۵۰ الی ۷۰ درصد) که این ظرفیت چندان بر حسب اندازه و مقیاس سیستم تغییر نمی‌کند.

۲. کارکرد پیل‌های سوختی بدون نشر گازهای گلخانه‌ای و یا همراه با کمترین آلودگی است که بر حسب نوع پیل سوختی و نوع سوخت به کار رفته است.

۳.ساختمان پیل‌های سوختی عادی به استثنای پمپ‌ها و کمپرسورها بدون اجزای متحرک است. بنابراین کارکرد آنها بی سر و صدا، عاری از ارتعاشات و با اطمینان بالا صورت می‌گیرد.

۴. امکان طراحی پیل‌های سوختی در مقیاس‌های مختلف بر حسب ولتاژ موردنیاز عملی است.

۵. تنوع در انتخاب سوخت مورد نیاز که از اتانول تجدیدپذیر تا تولید هیدروژن به روش بیولوژیکی را شامل می‌شود.

۶. امکان ذخیره‌سازی انرژی تقریبا به صورت لحظه‌ای در مقایسه با باتری‌های رایج.

حدود کار پیل‌های سوختی

با وجود مزایای زیادی که پیل‌های سوختی دارا هستند ولی در عمل موانع ذیل اتفاق می‌افتد. به منظور ایجاد وتوسعه تجارت موفق برای پیل‌های سوختی باید با این موانع مقابله کرد:

۱- مواد و روش‌های ساخت دیگری باید جستجو کرد تا بتوان در تولید انبوه هزینه سیستم‌های پیل سوختی را تا حدی کاهش داد به طوری که در عمل با موتورهای احتراق داخلی (هزینه فعلی ۲۰ دلار بر هر کیلووات) و سیستم‌های تولید قدرت ثابت (هزینه فعلی ۱۰۰۰ دلار بر هر کیلو وات) قابل رقابت باشند. چندان بهای هزینه پیل‌های سوختی بر حسب نوع کاتالیست به طور جزئی تغییر می‌یابد. بنابراین فناوری تولید انبوه و ساخت عامل کلیدی برای تجارت سیستم‌های پیل سوختی است.

۲- در حالت تغذیه پیل‌های سوختی با هیدروژن نیاز به ابداع روش‌های جدید و توسعه یافته فناوری‌های ذخیره‌سازی و سوخت رسانی است.

۳- در حالت تولید هیدروژن از هیدروکربورها، نیاز به توسعه بیشتر فناوری بازسازی سوخت است.

۴- انتقال از مقیاس آزمایشگاهی به سیستم‌های واقعی باید با کارایی مطمئن صورت‌پذیرد. به لحاظ نزول کیفیت کاتالیست و سمی بودن الکترولیت، کارایی هر پیل سوختی به تدریج با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

برای سیستم‌های حمل و نقل مدت زمان مناسب برای حفظ کارایی مطلوب حدود ۴ هزار ساعت (و یا معادل ۱۸ هزار کیلومتر با سرعت ۴۵ کیلومتر در ساعت) و حدود ۴۰ هزار ساعت برای سیستم‌های نیروگاهی است.

پیشرفت‌های پیل سوختی

در حال حاضر تمام انواع پیل‌های سوختی در مراحل گسترش هستند؛ ولی برخی از آنها در برنامه‌های فضایی و آموزشی رواج یافته‌اند. ظرفیت بازار خیلی وسیع بوده که ایجاب می‌کند در آینده هزینه‌ها کاهش خواهند یافت. برآورد هزینه تمام شده تاءسیسات واقعی بر مبنای هزینه تاءسیسات در مقیاس آزمایشگاهی عملی نیست. امروز ایجاد تجارت گسترده برای پیل‌های سوختی خیلی گران تمام می‌شود. ولی پیش‌بینی‌ها حاکی از این است که برای کشورهایی در توسعه پیل‌های سوختی مشارکت دارند، هزینه‌ها در آینده به شدت کاهش خواهند یافت.

کاربرد پیل‌های سوختی

پیل‌های سوختی در خیلی از کاربردها استفاده می‌شودکه هر کدام از آنها مسائل و چالش‌های مربوط به خود را خواهند داشت. کاربردهاعبارتند از:

سیستم‌های قدرت با درجه اطمینان بالاتر: شامل مراکز رایانه‌ای، مراکز تلفن، مراکز مخابراتی، مراکز داده‌پردازی و مراکز تولیدی با فناوری پیشرفته.

حذف و یا کاهش نشر گازهای گلخانه‌ای: شامل وسائط نقلیه، تجهیزات مستقر در محدوده‌های شهری، مراکز صنعتی، فرودگاه‌ها و مناطق شهری با استانداردهای سخت زیست‌محیطی.

تأسیسات با پسماند گازهای بیولوژیکی: شامل تاءسیسات بازیافت زباله، پیل‌های سوختی می‌توانند گازهای پسماند را با کمترین آسیب به محیط‌زیست‌به نیروی الکتریکی و یا حرارت تبدیل کنند.

بحث و نتیجه گیری

بدیهی است به لحاظ افزایش سریع جمعیت جهانی و به تبع آن افزایش مصرف انرژی آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های انسانی به شدت افزایش یافته است. بنابراین لازم است منابع و روش‌های جدید فنی برای تأمین نیازهای انرژی جستجو شود.

پیل‌های سوختی فناوری خیلی مطمئنی برای آینده روشن‌تر را تشکیل می‌دهند. عموماً توسعه تحقیق در پیل‌های سوختی نتیجه کاهش هزینه‌های ساخت و قیمت اجزای آنها، افزایش طول عمر سیستم و تکمیل شبیه‌سازی کامل سیستم را به عنوان یک ابزار برای طراحی بهینه را به دنبال خواهد داشت. مهمترین یافته‌های تحقیق در پیل‌های سوختی پلیمر هیدروژن شامل کشف غشای الکترود با حدود افزوده CO، کارایی بهتر در شرایط خشک و کاهش بار کاتالیست است. از طرف دیگر بیوگاز که یک منبع انرژی تجدیدپذیر است، انتظار می‌رود که یکی از منابع کلیدی انرژی برای توسعه پایدار جهانی باشد.

منبع: ماهنامه صنعت باتری ایران