

به نام خدا

آشنایی با پیل سوختی

عرفان محمودتبار (۹۵۵۴۲۲۹۲)

محمد فرزانه (۹۵۵۴۲۲۰۲)

۱ چکیده

سلول سوختی دستگاهی است الکتروشیمیایی که انرژی شیمیایی حاصل از یک واکنش شیمیایی را به انرژی الکتریکی مفید تبدیل می‌کند. تبدیل انرژی در سلول، تبدیل مستقیم انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی است.

همان‌طور که اشاره شد سلول سوختی انرژی شیمیایی نهفته در سوخت‌ها را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند، از همین رو تولید توان در آن‌ها با راندمان بالا و کمترین اثر مخرب بر محیط زیست همراه است، زیرا فرآیندهایی که در داخل سلول سوختی انجام می‌شود و منجر به تولید توان و گرما می‌شود با روش‌هایی که امروزه برای تولید توان رایج هستند، متفاوت است. سلول‌های سوختی با قوانین ترمودینامیکی حاکم بر موتورهای حرارتی همچون چرخه کارنو و راندمان کارنو محدود نمی‌شوند. به علاوه از آنجا که هیچ احتراقی در این سلول‌ها صورت نمی‌گیرد با تولید کمترین آلاینده‌ای نسبت به سیستم‌های تولید توان دیگر کار می‌کند.

۲ فهرست

۱	چکیده	۱
۳	مقدمه	۳
۴	نحوه عملکرد	۴
۵	تاریخچه پیل‌های سوختی	۵
۶	انواع پیل سوختی	۶
۷	مزایا	۷
۸	معایب	۸
۹	زمینه‌های مختلف استفاده از پیل‌های سوختی	۹
۱۰	به روزترین روش تولید پیل سوختی	۱۰
۱۱	منابع	۱۱

۳ مقدمه

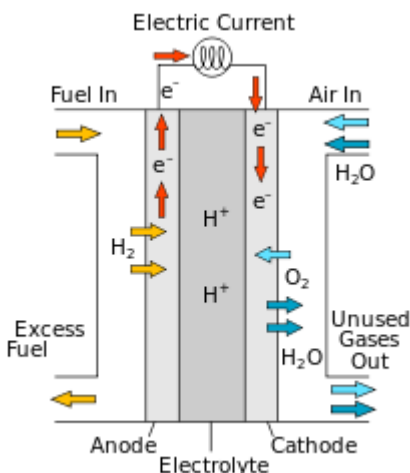
پیل‌های سوختی فناوری جدیدی برای تولید انرژی هستند که بدون ایجاد آلودگی‌های زیست محیطی و صوتی، از ترکیب مستقیم بین سوخت و اکسیدکننده، انرژی الکتریکی با بازدهی بالا تولید می‌کنند. تولید مستقیم الکتریسیته بدون محدودیت ترمودینامیکی چرخه کارنو جهت تبدیل انرژی شیمیایی حاصل از سوخت به انرژی گرمایی و مکانیکی و در نهایت الکتریسیته می‌باشد که اتلاف انرژی را به حداقل مقدار ممکن می‌رساند و به بازده تئوری بالایی دست پیدا می‌کنیم. در پیل‌های سوختی اکسید جامد سرامیکی (اکسید سرامیک) رسانای یون در الکترولیت است و از اهمیت بسزایی برخوردار است. این پیل در دمای بین ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد کار می‌کند و با بازده در حدود ۶۰ درصد، توان الکتریکی معادل ۱۰۰ مگاوات دارد. در حال حاضر تعداد زیادی از محققان روی جنبه‌های مختلف پیل سوختی اکسید جامد، جهت بهبود خواص پیل کار می‌کنند. برای این کار روی خواص الکترودها و الکترولیت که مهم‌ترین قسمت‌های پیل SOFC می‌باشند را بهینه‌سازی می‌کنند و روی عناصر و مواد تشکیل دهنده آن‌ها مطالعه انجام می‌دهند.



شکل ۱ - نمای خارجی یک پیل سوختی تجاری

۴ نحوه عملکرد

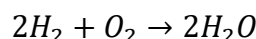
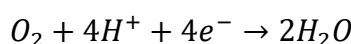
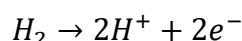
هر پیل سوختی دارای دو الکتروده (آند و کاتد) و یک الکترولیت ما بین این دو الکتروده و غشا به منظور جدا کردن دو بخش پیل می‌باشد. در قطب آند، هیدروژن بر روی یک کاتالیزور واکنش داده و تولید یک یون با بار مثبت و الکترون با بار منفی می‌کند. پروتون به وجود آمده از محیط الکترولیت گذر کرده حال آنکه الکترون در فضای مدار حرکت می‌کند و تولید جریان مینماید. در قطب کاتد اکسیژن با یون و الکترون واکنش نشان داده و تولید آب و حرارت مینماید. این سلول به تنهایی ۰,۷ ولت نیروی محرکه الکتریکی تولید می‌کند که برای روشنایی یک لامپ کوچک کافی می‌باشد. اگر این پیلها به صورت سری قرار گیرند قادر به تولید برق با توان چندین مگاوات می‌باشند. طرز کار پیل سوختی هیدروژنی به شکل انیمیشن در این مرجع نشان داده شده است.



شکل ۲ - نمای شماتیک اجزای داخلی یک پیل سوختی

سلول‌های سوختی را در اصل می‌توان مشابه با فرآیند الکترولیز دانست، در حقیقت بعضی از سلول‌های سوختی، معکوس فرآیند الکترولیز کار می‌کنند به همین علت این نوع سلول‌ها (سلول‌های سوختی بازگشت‌پذیر) برای ذخیره انرژی بکار می‌روند.

معادله واکنش سلول سوختی هیدروژنی عبارت است از:



در تئوری، سلول‌های سوختی از انواع مختلف سوخت و اکسیدان می‌توانند استفاده کنند اما امروزه بیشتر از گاز طبیعی (به علت صرفه اقتصادی) یا هیدروژن به عنوان عامل کاهنده و از هوا به عنوان عامل اکسنده استفاده می‌شود.

سلول واحد (Unit Cell)

سلول‌های واحد هسته تشکیل‌دهنده پیل‌های سوختی می‌باشند، در این سلول‌ها انرژی شیمیایی سوخت به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. ساختار اصلی این سلول‌ها شامل یک لایه الکترولیت است که در یک سمت با الکتروکاتود و در سمت دیگر با الکتروکاتود در تماس است.

اساس کار سلول واحد

در انواع سلول‌های سوختی، سوخت (هیدروژن) به طور پیوسته آند (الکتروکاتود منفی) را تغذیه می‌کند و یک اکسیدان (اغلب اکسیژن موجود در هوا) نیز دائماً کاتد (الکتروکاتود مثبت) را تغذیه می‌کند. واکنش‌های الکتروشیمیایی در هر یک از الکتروکاتودها رخ می‌دهد، می‌دانیم هر اتم هیدروژن یک پروتون و یک الکترون دارد که با از دست دادن الکترون در آند به پروتون تبدیل می‌شود و به این ترتیب قابلیت عبور از الکترولیت را به دست می‌آورد (الکترون‌ها نمی‌توانند از الکترولیت عبور کنند). پروتون از الکترولیت عبور می‌کند و

الکترون‌ها از طریق اتصال خارجی به کاتد می‌رسند. در کاتد، الکترون‌ها، اکسیژن جذب شده روی کاتد و پروتون‌ها تشکیل آب می‌دهند که از سیستم خارج می‌شود.

اساس کار انواع سلول‌های سوختی شبیه یکدیگر است. در سلول‌های سوختی با عملکرد در دمای پایین بین دو واکنش‌دهنده پروتون و اکسیژن حائلی قرار گرفته که از سه فاز تشکیل شده است و عبارت‌اند از: الکترولیت و دو پوشش کاتالیزوری روی الکترودها. طبیعت و نوع این حائل نقش اساسی در عملکرد الکتروشیمیایی سلول سوختی دارد، به ویژه در مورد سلول‌های سوختی که الکترولیت آن‌ها مایع است. در چنین سلول‌هایی گازهای واکنش‌دهنده از لایه نازک الکترولیت (که مرطوب کنند خلل و فرج الکترودها است) نفوذ می‌کند و واکنش شیمیایی روی سطح الکترودها انجام می‌شود. اگر منافذ الکترودها توسط مقدار اضافی الکترولیت پوشانیده شود در این صورت نقل و انتقال ذرات در فاز الکترولیت به سمت محل واکنش محدود می‌شود که در نتیجه عملکرد الکتروشیمیایی کاهش می‌یابد. به این ترتیب مشخص می‌شود که لازم است موازنه دقیق و ظریفی بین الکترودها، الکترولیت و فازهای گازی در منافذ الکترودها وجود داشته باشد. در سلول‌های سوختی با عملکرد در دمای بالا، حائل، لایه نازک الکترولیت است، الکترولیت علاوه بر اینکه رسانای یون‌ها بین الکترودها است، مانعی فیزیکی برای جلوگیری از انحراف جریان سوخت و اکسیدان از مسیر اصلی است.

توده سلول سوختی (Fuel Cell Stacking)

ولتاژ و توان خروجی از یک سلول واحد سوختی بسیار کم است به همین علت برای کاربرد عملی از این فناوری باید سلول‌های واحد را به روش‌های استاندارد با یکدیگر ترکیب کرد تا یک توده‌ی سلول سوختی ایجاد شود تا بتوان برای کاربردهای گوناگون از آن استفاده کرد. عموماً توده‌ی سلول سوختی شامل مجموعه‌ای از سلول‌های واحد است که توسط قطعات رسانای الکتریکی با یکدیگر سری شده‌اند. آرایش‌های مختلف دیگری برای توده‌های سلول وجود که در زیر اشاره خواهد شد.

توده دووجهی - دوقطبی (Planar-Bipolar Stacking)

چیدمان بیشتر توده‌ی سلول‌های سوختی به صورت دووجهی - دوقطبی است. هر سلول سوختی واحد با سلول مجاور خود توسط قطعات رسانای الکتریکی (interconnect) در تماس است. مزیت این نوع چیدمان سلول‌ها این است که قطعات رسانای الکتریکی می‌توانند سه نقش را ایفا کنند.

۱. ایجاد تماس الکتریکی سری مابین سلول‌های مجاور بخصوص در سلول‌های صفحه تخت
 ۲. ایجاد مانعی به منظور جداسازی جریان سوخت و اکسیدان از سلول‌های مجاور
 ۳. در بیشتر موارد با ایجاد کانال‌هایی روی این صفحات می‌توان جریان سوخت و اکسیدان را بر روی سلول‌ها توزیع کرد.
- توده‌های دووجهی - دوقطبی از نظر وضعیت جریان یافتن سوخت و اکسیدان نسبت به یکدیگر نیز دارای ویژگی‌های دیگری نیز می‌باشند که عبارت‌اند از:

۱. جریان سوخت و هوا می‌تواند بر یکدیگر عمود باشد (Cross-flow).
۲. جریان سوخت و هوا به صورت موازی و در یک جهت باشد و در مورد سلول‌های دایروی به معنی جریان شعاعی خارجی است (Co-flow).

۳. جریان سوخت و هوا به صورت موازی اما در جهت مخالف یکدیگر باشد (Counter-flow).

۴. جریان سوخت و هوا در مسیرهای زیگزاگی عبور می‌کند (Serpentine flow).

۵. جریان حلزونی که فقط در مورد سلول‌های دایروی بکار می‌رود (Spiral flow).

انتخاب نوع جریان گازها وابسته به نوع سلول سوختی، کاربرد و دیگر موارد از جمله توجیه اقتصادی است.

توده سلول‌های استوانه‌ای (Stacks with Tubular Cell)

برای استفاده از سلول‌های سوختی در دمای بالا، توده‌ی سلول‌ها با سلول‌های استوانه‌ای گسترش یافته است. ویژگی بارز سلول‌های استوانه‌ای در آب‌بندی و درزبندی آن‌هاست که باعث به وجود آمدن یک ساختار یکپارچه از سلول‌های سوختی می‌شود، این نوع سلول‌های سوختی توانایی تولید توان با چگالی بالا را دارند و به همین دلیل از این نوع سلول‌های سوختی در بخش نیروگاهی استفاده می‌شود.

سلول‌های سوختی استوانه‌ای را به صورت‌های مختلف می‌توان آرایش داد، که در اینجا به دو نمونه اشاره می‌شود. یکی از روش‌ها که کاربرد بیشتری دارد این است که صفحات رسانای الکتریکی بر روی استوانه قرار گرفته و سپس سلول‌ها به صورت مماسی در کنار یکدیگر قرار گرفته و یک آرایش مستطیلی را تشکیل دهند. روش دیگر این است که سلول‌های سوختی را در امتداد یکدیگر بکار ببرند.

سیستم سلول سوختی (Fuel Cell System)

در ادامه توده سلول سوختی به سیستم سلول سوختی پرداخته می‌شود. سیستم‌های سلول سوختی نیازمند تجهیزات و نیز سیستم‌های دیگر (sub-systems) است که اصطلاحاً بالانس مجموعه (Balance of Plant (BoP)) نامیده می‌شود، ترکیب توده سلول و بالانس مجموعه، تشکیل سیستم سلول سوختی را می‌دهد. چگونگی طراحی و ساخت بالانس مجموعه وابستگی زیادی به نوع سلول سوختی، نوع سوخت و کاربرد آن دارد.

تجهیزات اصلی سیستم‌های سلول سوختی عبارت‌اند از:

پیش تولید سوخت (Fuel preparation)

زمانی که از سوخت خالص استفاده نمی‌شود (هیدروژن خالص) سیستم نیازمند تجهیزاتی است تا با یک سری عملیات بر روی سوخت و انجام اصلاحاتی بر روی آن، سوخت را آماده وارد شدن به سلول سوختی.

منبع هوا (Air supply)

بیشتر سیستم‌های سلول سوختی به منظور تأمین اکسیژن نیازمند تجهیزاتی از قبیل کمپرسور هوا یا فن و فیلتر هوا می‌باشند.

کنترل گرما (Thermal management)

تمام سیستم‌های سلول سوختی نیازمند کنترل دقیق دمای توده سلول سوختی می‌باشند.

کنترل آب (Water management)

قسمت‌هایی از سلول سوختی برای ادامه عملکرد خود نیازمند رطوبت و آب می‌باشند و از آنجا که در واکنش‌های سلول، آب تولید می‌شود، سیستم نیازمند تجهیزاتی است که برای عملکرد بهتر، میزان آب سیستم را کنترل کند.

مبدل جریان مستقیم به متناوب (Electric power conditioning equipment)

برق خروجی از سلول سوختی، جریان مستقیم (DC) است که قابل استفاده در تجهیزات معمولی نیست به همین دلیل سیستم نیازمند یک بدل جریان مستقیم به جریان متناوب (AC) است.

جدول ۱ - انواع پیل‌های سوختی و مقایسه خصوصیات آنها

نوع پیل سوختی	الکترولیت	یون هدایت دهنده	درجه حرارت کارکرد (سانتیگراد)	مرحله تکامل	دورنمای دستیابی به کاهش قیمت
پیل سوختی اکسید جامد	$Zr_{0.92} Y_{0.08} O_{1.96}$	O^{2-}	۷۰۰-۱۰۰۰	عملکرد در آزمایشگاه	متوسط تا خوب
چگالی انرژی متوسط به بالا، CO را به عنوان سوخت مصرف می‌کند					
پیل سوختی کربنات مذاب	Li_2CO_3/K_2CO_3	CO_3^{2-}	۶۵۰	عملکرد عملی	متوسط
چگالی انرژی پایین، عدم ثبات کاتالیست اکسید نیکل، احتیاج به چرخه CO_2					
پیل سوختی اسید فسفریک	H_3PO_4	H^+	۱۹۰-۲۱۰	کاربردهای اولیه تجاری	متوسط
چگالی انرژی متوسط، مصرف پلاتین به عنوان کاتالیست، حساس به CO					
پیل سوختی قلیایی	KOH	OH^-	۶۰-۸۰	کاربردهای فضایی	خوب
چگالی انرژی بالا، عدم تحمل CO_2					
پیل سوختی پلیمری	Nafion	$H^+(H_3O^+)$	۸۵	نمونه‌های اولیه	خوب
چگالی انرژی بالا، کاتالیست پلاتین، حساس به CO، احتیاج به مرطوب نگه داشتن دائمی غشاء					
پیل سوختی متانولی	Nafion	$H^+(H_2O, CH_3OH)$	۶۰-۱۲۰	نمونه‌های اولیه	خوب
چگالی انرژی متوسط، راندمان پایین، سادگی ساختار، کاهش وزن و حجم، کاتالیست پلاتین					

۵ تاریخچه پیل‌های سوختی

تاریخچه این پیل‌ها به دو دوره متمایز تقسیم می‌شود: دوره اول که حدود صد سال طول کشید، از سال ۱۸۳۹ با ساخت اولین پیل سوختی با الکترولیت اسید سولفوریک توسط آقای گرو آغاز گردید. با تلاش دانشمندان بزرگی مانند جکس، هابر، مون و همکاران و شاگردان آن‌ها منجر به درک علمی از پیل سوختی و شناخت تنگناهای این فناوری تا سال ۱۹۴۰ گردید.

دوره دوم از سال ۱۹۴۰ آغاز می‌شود که بین سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰ نمونه‌های تحقیقاتی متعددی از پیل‌های سوختی توسط شرکت‌های بزرگی مانند جنرال الکتریک با ظرفیت ۰/۲ وات الی ۱۵ وات ساخته شد. اما هنوز این ظرفیت برای کاربردهای فنی و صنعتی مورد نظر، کافی و قابل قبول نبود. تا اینکه در سال ۱۹۶۵ یک واحد پیل سوختی با ظرفیت یک کیلووات توسط شرکت جنرال الکتریک به منظور استفاده در ماهواره گمینی ۵، ساخته شد و توجه دانشمندان را به خود جلب نمود. این پیل سوختی با ولتاژ ۲۵ ولت و شدت جریان خروجی ۴۰ آمپر توانست در طول ۷ پرتاب ماهواره گمینی ۵، انرژی برابر با ۵۱۹ کیلووات ساعت طی بیش از ۸۴۰ ساعت پرواز را تأمین کند. بدین ترتیب معلوم گردید که پیل‌های سوختی می‌توانند برای بسیاری از مقاصد هوا - فضا مناسب بوده و انرژی مورد نیاز آن‌ها را به صورت پیوسته و پایدار تأمین کنند. این امر موجب گردید تا در سراسر جهان روی توسعه دانش فنی و تکنولوژی ساخت پیل‌های سوختی سرمایه‌گذاری‌های بزرگی صورت گیرد. امروزه نیز تحقیقات وسیعی در جهت ارتقاء ظرفیت، کاهش هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری و توسعه ویژگی‌های کاربردی پیل‌های سوختی در جریان می‌باشد. برق خروجی از پیل‌های سوختی جریان مستقیم (DC) است. بنابراین برای مصرف‌کننده‌های جریان متناوب از مبدل‌های DC به AC استفاده می‌کنند. از پیل‌های سوختی می‌توان برای تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز در مناطقی که دور از شبکه‌های سراسری انتقال و توزیع برق هستند و نیز در ایستگاه‌های ماهواره‌ای و مخابراتی و غیره نیز به‌طور رضایت‌بخشی استفاده نمود.

۶ انواع پیل سوختی

پیل‌های سوختی در انواع زیر موجود می‌باشند: پیل‌های سوختی براساس نوع الکترولیت استفاده شده در آن‌ها به پنج نوع اصلی طبقه‌بندی می‌شوند.

- پیل سوختی الکترولیت پلیمر یا غشاء مبادله‌کننده پروتون (PEMFC)
- پیل سوختی قلیایی (AFC)
- پیل سوختی اسید فسفریک (PAFC)
- پیل سوختی کربنات مذاب (MCFC)
- پیل سوختی اکسید جامد (SOFC)
- پیل سوختی میکروبی (MFC)
- پیل سوختی اسید فرمیک (FFC)
- پیل سوختی هوا-روی (Zn-Air FC)

• پیل سوختی سرامیکی

لازم به ذکر است که پیل سوختی متانول مستقیم (DMFC) از خانواده پیل سوختی PEMFC است. پیل‌های سوختی بر اساس دمای عملکرد، دارای دامنه دمایی از ۸۰ برای (PEMFC) تا ۱۰۰۰ برای (SOFC) می‌باشند. پیل‌های سوختی دمای پایین (PEMFC, PAFC, AFC) دارای حامل‌های یونی H^+ و OH^- هستند که انتقال یون از میان الکترولیت و انتقال الکترون‌ها از طریق مدار خارجی را به عهده دارند، و در پیل‌های سوختی دمای بالا مانند الکترولیت کربنات مذاب (MCFC) و الکترولیت اکسید جامد (SOFC)، جریان الکتریکی به ترتیب از طریق یون‌های CO_3^{2-} و O^{2-} انتقال می‌یابد. در پیل‌های سوختی اکسید جامد (SOFC) یا سرامیکی رسانش یون در الکترولیت معمولاً در دمای بین ۶۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد انجام می‌شود.

۷ مزایا

مزایای پیل‌های سوختی بطور کلی عبارت‌اند از: پیل سوختی آلودگی ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی را حذف نموده و تنها محصول جانبی آن آب می‌باشد.

- در صورتی که هیدروژن مصرفی حاصل از الکترولیز آب باشد نشر گازهای گلخانه‌ای به صفر می‌رسد.
- به دلیل وابسته نبودن به سوخت‌های فسیلی متداول نظیر بنزین و نفت، وابستگی اقتصادی کشورهای ناپایدار اقتصادی را حذف می‌کند.
- از سوخت‌های تجدید پذیر استفاده شده و عامل گرمایش زمین را حذف می‌کند.
- با نصب پیل‌های سوختی نیروگاهی کوچک، شبکه غیرمتمرکز نیرو گسترده می‌گردد.
- پیل‌های سوختی راندمان بالاتری نسبت به سوخت‌های فسیلی متداول نظیر نفت و بنزین دارد.
- هیدروژن در هر مکانی از آب و برق تولید می‌گردد؛ لذا پتانسیل تولید سوخت، غیرمتمرکز خواهد شد.
- اکثر پیل‌های سوختی در مقایسه با موتورهای متداول بسیار بی صدا هستند.
- انتقال گرما از پیل‌های دما پایین بسیار کم می‌باشد لذا آن‌ها را برای کاربردهای نظامی مناسب خواهد شد.
- زمان عملکرد آن‌ها از باتری‌های متداول بسیار طولانی‌تر است. فقط با دو برابر نمودن سوخت مصرفی می‌توان زمان عملکرد را دو برابر نمود و نیازی به دو برابر کردن خود پیل نمی‌باشد.
- سوختگیری مجدد پیل‌های سوختی به راحتی امکان‌پذیر می‌باشد و هیچگونه اثرات حافظه‌ای بر جای نمی‌گذارد.
- بعلت عدم وجود اجزای متحرک نگهداری از آن‌ها بسیار ساده می‌باشد.
- نصب و بهره‌برداری از پیل‌های سوختی بسیار ساده و مقرون به صرفه می‌باشد.
- پیل‌های سوختی مدولار می‌باشند یعنی براحتی توان تولیدی از آن‌ها قابل افزایش می‌باشد.
- این مولدها قابلیت تولید هم‌زمان برق و حرارت را دارند.

- امکان استفاده از سوخت‌های تجدیدپذیر و سوخت‌های فسیلی پاک در آن‌ها وجود دارد.
- به میکروتوربین‌ها متصل می‌گردند.
- پیل سوختی به تغییر بار الکتریکی پاسخ می‌دهد.
- پیل سوختی امکان تولید برق مستقیم با کیفیت بالا را دارد.
- دانسیته نیروی بالا دارد.
- میزان بازدهی آن‌ها نسبت به سلول‌های دیگر بیشتر است.

۸ معایب

- به مواد بیشتر و فرایندهای سریعتری نسبت به دیگر پیل‌ها نیاز دارد.
- ممکن است در مدت طولانی کار، گرما مشکلاتی چون ناسازگاری عناصر و افت انرژی را موجب شود.
- در صورت استفاده از سوخت ناخالص، کار و گرمای بیش از حد موجب رسوب کربن و در نهایت مسمومیت پیل می‌گردد.

۹ زمینه‌های مختلف استفاده از پیل‌های سوختی

- حمل و نقل (خودروهای سواری و وسایط نقلیه عمومی): چند نمونه اتوبوس هیدروژنی تولید شرکت بالارد از سال ۲۰۰۷ در ویسلر کانادا مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اولین مدل تجاری خودرو پیل سوختی توسط هیوندای در سال ۲۰۱۵ به بازار عرضه شده‌است. سایر شرکت‌های عمده خودروسازی نیز نخستین مدل‌های خودرو هیدروژنی خود را در سالهای ۲۰۱۶ و ۲۰۱۷ به بازار عرضه خواهند کرد.



شکل ۳ - یک خودروی الکتریکی مبتنی بر سلول سوختی



شکل ۴ - یک ایستگاه سوخت گیری هیدروژن در ژاپن

- نیروگاه‌ها (نیروگاه‌های متمرکز و غیرمتمرکز اعم از خانگی، تجاری، صنعتی): پیل‌های سوختی به دلیل آرام و بی صدا بودن برای تولید برق محله‌ای گزینه خوبی محسوب می‌شود. به علاوه کاهش نیاز به گسترش شبکه توزیع برق، از گرمای تولیدی از این نیروگاه‌ها می‌توان برای گرمایش و تولید بخار آب استفاده نمود.
- وسایل الکترونیکی قابل حمل (تلفن‌های همراه، رایانه‌های شخصی و ...)
- صنایع نظامی: پیل‌های سوختی که در دمای پایین کار می‌کنند در تانک‌ها، زره‌پوش و خودروهای نظامی استفاده می‌شوند. نداشتن قطعه متحرک در این نوع پیل‌های سوختی باعث کاهش صدا شده و به دلیل کارکرد در حرارت پایین ردیابی آن‌ها مشکل تر از خودروهایی با موتور درون سوز می‌باشد.

۱۰ به روزترین روش تولید پیل سوختی

در حال حاضر، پیل‌های سوختی، شبیه به خودروها تولید می‌شوند؛ یعنی قطعات مختلف آن‌ها به صورت جداگانه ساخته و سپس روی هم اسمبل می‌شوند تا یک پیل سوختی تولید شود. این روند تولید، مراحل بسیار زیادی دارد و در عین هزینه بالای آن، زمان بسیار زیادی صرف تولید آن می‌شود. گروه تحقیقاتی تامپسون با استفاده از فرایند پیشرفته میکروفرایکیشن، نسل جدید پیل‌های سوختی را تولید می‌کند. در این فرایند به جای تولید جداگانه پیل سوختی، آن‌ها به صورت لایه لایه ساخته می‌شوند، روشی که هم‌اکنون برای ساخت ابزارهای میکروالکترونیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. پژوهشگران دانشگاه میشیگان امیدوارند با استفاده از این فناوری ارزان قیمت و همچنین استفاده از مواد ارزانتر، قیمت پیل‌های سوختی را از ۱۰ هزار دلار برای هر کیلو وات به ۱۰۰۰ دلار برسانند.

پیل سوختی اساساً وسیله‌ای است که سوخت (مانند هیدروژن، متانول، گاز طبیعی، بنزین و...) و اکسیدان (مانند هوا و اکسیژن) را به برق، آب و حرارت تبدیل می‌کند. به عبارت دیگر پیل سوختی شبیه یک باتری بوده ولی بر خلاف باتری نیاز به انبارش (شارژ) ندارد. تا زمانی که سوخت و هوای مورد نیاز پیل تأمین شود، سیستم کار خواهد کرد. پیل‌های سوختی می‌توانند سوخت‌های حاوی هیدروژن مانند متانول (Methanol)، اتانول (Ethanol)، گاز طبیعی (Natural Gas) و حتی بنزین و گازوئیل را مورد استفاده قرار دهند. بطور کلی در سوخت‌های هیدروکربوری، هیدروژن توسط یک دستگاه اصلاحگر سوخت (Fuel Reformer)، از آن‌ها جدا شده و بکار گرفته می‌شود. پیل‌های سوختی در کاهش آلودگی محیط زیست نقش بسزائی داشته و بخاطر عدم بکارگیری قطعات مکانیکی زیاد، ایجاد آلودگی صوتی نیز نمی‌نماید. علاوه بر آن سیستم پیل سوختی از کارایی نسبتاً بالائی نسبت به موتورهای احتراق درونسوز برخوردار است. بحران انرژی در سال‌های ۱۹۷۳ و ۱۹۹۱ و آلودگی فزاینده محیط زیست، کشورهای صنعتی را بر آن داشت تا جهت استفاده از سیستم‌هایی با راندمان بالا و سازگار با محیط زیست سرمایه‌گذاری کلانی نمایند. سیستم‌های پیل سوختی از جمله تکنولوژیهای پیشرفته ایست که مصارف غیرنظامی آن با توانهای میلی وات تا مگاوات موضوع تحقیق شرکت‌های تولید نیرو، خودروسازی و نیز شرکت‌های نفتی قرار گرفته‌است. پیل سوختی مجموعه‌ای از الکترولیت، الکترودها و صفحات دو قطبی است. در پیل سوختی (به‌عنوان مثال نوع الکترولیت پلیمر جامد)، هیدروژن از آند و اکسیژن از کاتد وارد می‌شوند. هیدروژن الکترون خود را در آند از دست داده و به صورت پروتون از طریق الکترولیت به سمت کاتد حرکت می‌کند. الکترون نیز از طریق مدار خارجی به سوی کاتد هدایت می‌شود. اکسیژن با دریافت الکترون و پروتون به آب تبدیل می‌شود. حرکت الکترون از آند به کاتد جریان برق را به وجود می‌آورد که قابل استفاده در وسایل برقی است. آب حاصل در کاتد می‌تواند مورد استفاده مجدد قرار گیرد.

http://www.fuelcells.org/base.cgim?template=fuel_cells_and_hydrogen

http://www.ballard.com/files/Movies/FC_animation_Feb14-02.mpg

<https://www.hyundaiusa.com/tucsonfuelcell>