

پیل سوختی در صنعت خودرو سازی

فاطمه سلوکیه

ایران خودرو - معاونت کیفیت- کارشناس استانداردهای اجباری صنعت خودرو - ++982148903377

F.soloukieh@ikco.com

کافیه سرمست

ایران خودرو - معاونت فرایند تولید - کارشناس پروژه سمند ونزوئلا و سنگال - ++982148908387

Mahor4@yahoo.com

مهندس محسن مصیبی

ایران خودرو - معاونت کیفیت- رئیس اداره COP ++982148903377 و ++989123807503

m.mosayebi@ikco.com

کلمات کلیدی : پیل سوختی ، سوخت هیدروژن- خودرو- انرژی - الکترولیت پلیمری (PEFC) - استاندارد پیل سوختی - IEC 62282

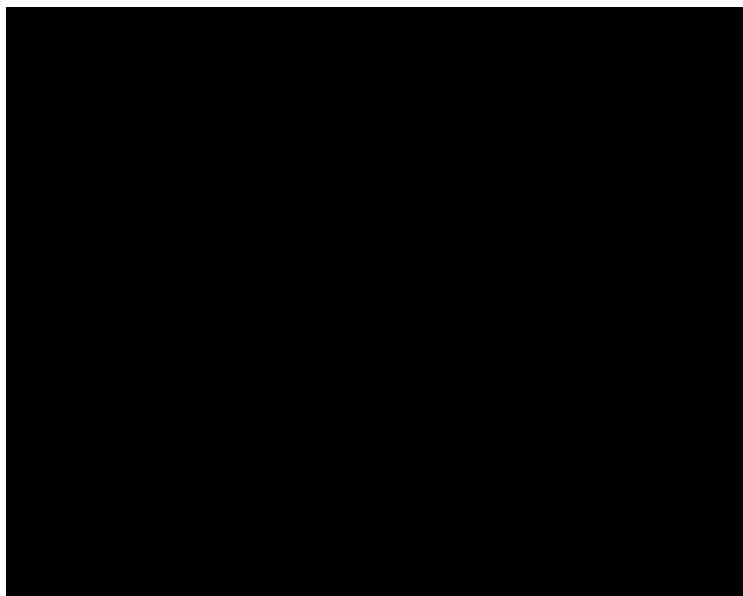
مقدمه

روند استفاده از فن آوری های نوین برای تولید انرژی طی سالهای اخیر، جهش بزرگی یافته است و محققان و دولتمردان در سراسر جهان این بار به انرژی های نو نه به عنوان یک انتخاب که به عنوان یک ضرورت نگاه می کنند. یکی از پیشرفته ترین منابع انرژی، فن آوری پیل سوختی است که ویژگی های بارز و متفاوتی دارد. بارزترین این ویژگی ها پاک بودن پیل های سوختی است که با توجه به نگرانی های موجود در مورد آلودگی محیط زیست، یکی از بهترین گزینه ها برای جایگزینی سوخت های فسیلی به شمار می رود.

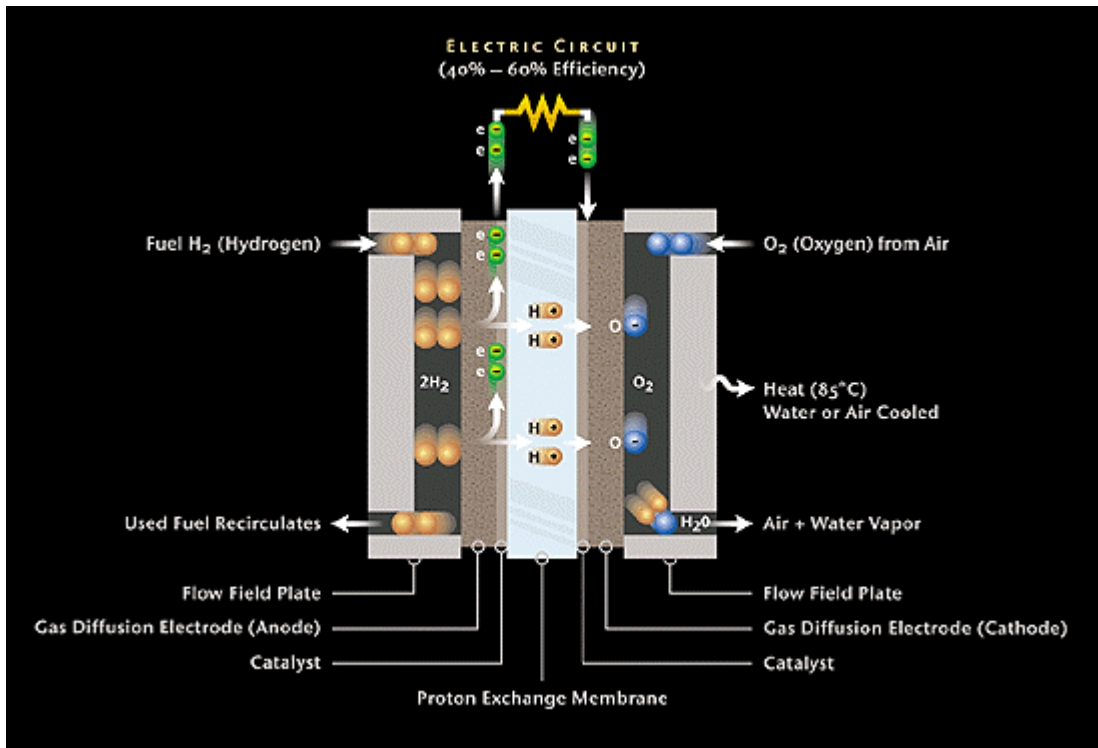
اولین نشانه های پیل سوختی در تاریخ به دهه اول قرن نوزدهم باز می گردد. در این سالها یک وکیل ولزی که فارغ التحصیل دانشگاه آکسفورد بود و علاوه بر کار وکالت به مطالعه شیمی یا به تعبیر آن زمان، علوم طبیعی می پرداخت، تحقیقات گسترده ای در مورد الکترولیز آب انجام داد و به نتایج مهمی در این زمینه رسید. این دانشمند که سرویلیام رابرت گرو نام داشت به این قضیه پی برد که همان طور که با الکترولیز می توان آب را به اکسیژن و هیدروژن تجزیه کرد، با ترکیب صحیح هیدروژن و اکسیژن هم می توان به الکتروسیته دست یافت یا به تعبیر شیمیدان ها این واکنش برگشت پذیر است. سرویلیام گرو برای آزمایش این نظریه دستگاهی به نام باتری گازی ساخت که بعدها به عنوان اولین پیل سوختی دنیا به ثبت رسید.

پیل سوختی به زبان بسیار ساده اولین گونه از باتری های معمولی است. هر دو اینها به روش الکتروشیمیایی، الکتریسیته تولید می کنند. تفاوت عمده این دو، این است که پیل سوختی تا وقتی که سوخت مورد نیاز را برای تولید الکتریسیته دارد، انرژی تولید می کند، در حالی که باتری پس از مدتی، برای تولید انرژی بیشتر باید شارژ شود. به عبارت دیگر از آنجا که پیل سوختی هیچ میزانی از انرژی در خود ذخیره نمی کند، هرگز همانند باتری ها تمام نمی شود. پیل های سوختی برعکس باتری ها که باید انرژی یا همان الکتریسیته خود را از منبعی خارجی دوباره به دست آورند، با تبدیل سوخت به الکتریسیته مستقیماً انرژی تولید می کنند.

پیل سوختی چیست ؟



پیل سوختی یک سیستم الکتروشیمیایی است که از آند، کاتد و الکترولیت تشکیل شده است و انرژی شیمیایی سوخت را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می کند، سوخت آن هیدروژن و یا سایر گازهای حامل هیدروژن نظیر گاز طبیعی و متانول می باشد. در پیل سوختی محصولات جانبی آب و حرارت هستند. پس در واکنش فوق حتماً اکسیژن شرکت دارد. عنصر اصلی دیگر در این واکنش هیدروژن بوده که به عنوان سوخت بکار می رود. از آنجا که یک ترکیب شیمیایی بجای احتراق صورت گرفته لذا این فرایند کاملاً آرام، پاک و با راندمان بالا می باشد.



هیدروژن چیست ؟



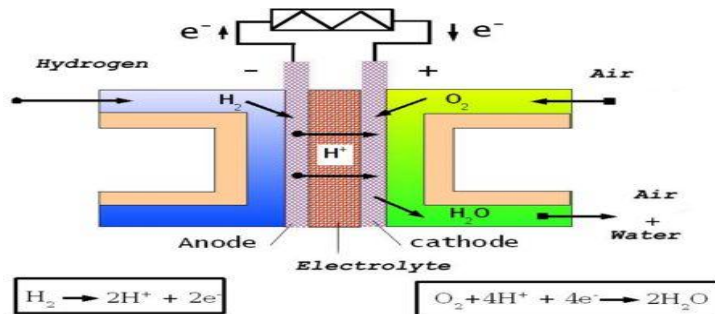
Graphic of Hydrogen Atom
Courtesy: www.webelements.com

هیدروژن ساده ترین عنصر شناخته شده برای انسان است. هیدروژن گازی بی رنگ ، بی بو می باشد ، هر اتم هیدروژن تنها یک پروتون و یک نوترون دارد .

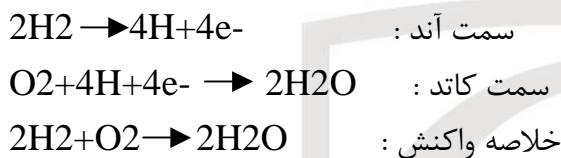
پیل سوختی چگونه کار می کند ؟

در پیل سوختی پلیمری، از هیدروژن یا گاز غنی از هیدروژن به عنوان سوخت استفاده می شود . اکسیژن خالص یا هوا وابسته به نوع کاربرد پیل به عنوان اکسید کننده مورد استفاده قرار می گیرد . مولکول های هیدروژن در آند به پروتون و الکترون تبدیل شده و پروتون ها از طریق الکترولیت به کاتد منتقل می شوند .

این در حالی است که الکترون ها از طریق یک جریان خارجی به کاتد منتقل می شوند . در کاتد اکسیژن ، پروتون و الکترون ها با هم ترکیب شده ، آب و حرارت تولید می شود . آند و کاتد هر دو دارای کاتالیست هایی (از جنس پلاتینیم) هستند که فرایندهای الکتروشیمیایی را تسریع می کنند. انرژی الکتریکی و حرارتی از طریق واکنش کاتد حاصل می شود.



معادلات شیمیای پروسه پیل سوختی و طرز کار آن :



در این قسمت به بررسی یک نوع از این پیل ها می پردازیم :

پیل سوختی با الکترولیت پلیمری (PEFC)

در پیل سوختی پلیمری ، از یک غشای پلیمری نازک به عنوان الکترولیت استفاده می شود . غشای پلیمری دارای رسانایی یونی است . الکترولیت جامد نسبت به الکترولیت های مایع دارای دانسیته انرژی بالاتری است ، همچنین میزان خوردگی در این نوع الکترولیت کمتر است . این نوع پیل سوختی در محدوده دمایی که آب بصورت مایع است کار می کند (زیر 100 درجه سانتی گراد) .

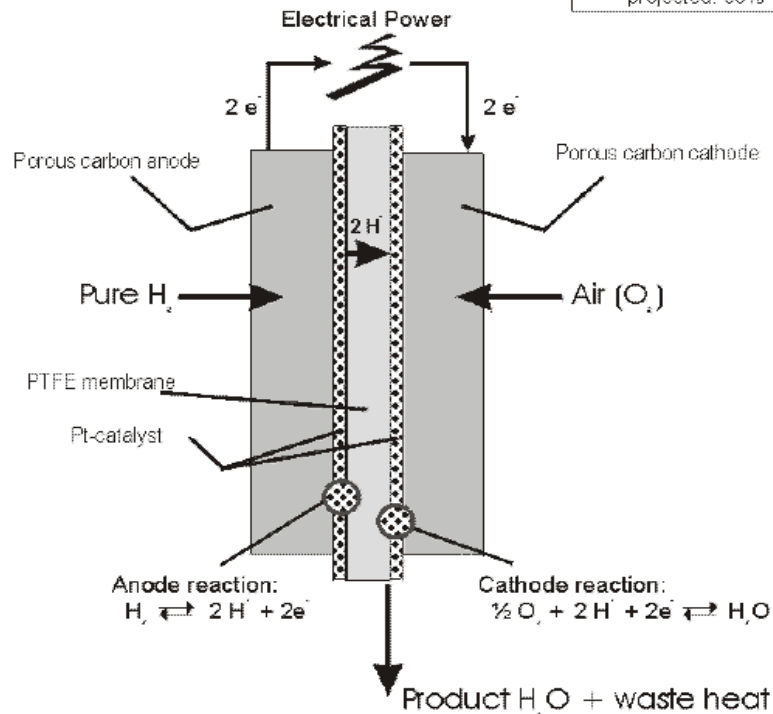
در حال حاضر بزرگترین صنعت فعال در زمینه پیل سوختی پلیمری ، صنعت خودروسازی می باشد. با توجه به کاهش میزان آلودگی در استفاده از سوخت هیدروژن به جای سوخت های فسیلی ، استفاده از این پیل در وسایط نقلیه عمومی ارجحیت یافته است ، با استفاده از این تکنولوژی ، آلاینده هایی نظیر اکسید نیتروژن و یا گوگرد وجود نخواهد داشت . در واقع تنها عامل آلوده کننده در این تکنولوژی دی اکسید کربن است که بصورت محصول جانبی در فرایند تولید هیدروژن از سوخت های هیدرو کربنی حاصل می شود .

Temperature: 50-85°C

Efficiency

present: 45%

projected: 50%



نسل جدید خودرو های پیل سوختی



Fuel Cell Vehicles

Photo courtesy: California Fuel Cell Partnership, www.cafcp.org

شرکت خودرو سازی جنرال موتورز ، خودروهای پیل سوختی معروف بدون سیم ساخته که قدرت آن از چندین واحد پیل سوختی تامین می شود . این خودرو شباهت زیادی به خودروهای معمولی طراحی شده دارد . شرکت پژو فرانسه نیز پیش تر ، خودروی کوآرک مجهز به سلول سوختی را ساخته بود . سیستم این خودرو توسط هوا خنک می شود و در مخزن ذخیره سازی هیدروژن با فشار 700 بار ذخیره می گردد . باک نیز

توانائی ذخیره سازی 9 لیتر هیدروژن را دارد . بیشترین سرعت این خودرو 110 کیلومتر بر ساعت و شتاب صفر تا 50 کیلومتر آن نیز 5/6 ثانیه است .



شرکت PSA (پژو -سیتروئن) قصد دارد این نسل از خودروهای پیل سوختی خود را گسترش دهد . خودروی سوختی پژو بدون صدا کار میکند . باتری این خودرو از جنس فلز نیکل است و در حدود 40 واحد سلولی در پیل سوختی این خودرو استفاده شده است که هر کدام توانایی تولید 2/7 ولتاژ را دارد که در مجموع 288 ولت توسط این سامانه تولید می شود . البته پیش از این نیز پژو خودروی هیدروژنی پیل سوختی پژو H2O را ساخته بود .

شرکت بی ام و نیز چندی پیش نوع دیگر خودروهای هیدروژنی که با موتور احتراق داخلی کار می کند را ساخته بود . مهندسان بی ام و در این خودروی هیدروژنی با یک آرایش خورجینی دارای 12 سیلندر توانستند با بکارگیری سوخت هیدروژن 285 اسب بخار قدرت تولید کنند.



Opel (General Motors) HydroGen3 Fuel Cell Car



Peugeot Prototype Fuel Cell Cab



بحث استاندارسازی در پیل‌های سوختی

از آنجائیکه که پیل سوختی الکتریسیته تولید می کند یک وسیله کاملاً برقی محسوب می شود به همین منظور وظیفه نوشتن استاندارد آن به گروه ¹IEC محول گردیده است.

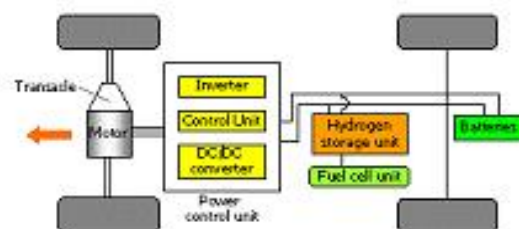
در سال 1996 تیمی کاری در IEC تشکیل گردید، که وظیفه این تیم بررسی و مطالعه در زمینه پیل سوختی بود. بررسی بر روی پیل‌های سوختی منجر به ایجاد کمیته فنی شماره 105 در زمینه تکنولوژی پیل

¹International Electrotechnical Commission

سوختی در اکتبر 1998 شد ، بدین منظور که این گروه مسئول آماده سازی استاندارد بین المللی در خصوص تکنولوژی پیل سوختی در هر وسیله ای می شدند.

اولین جلسه TC105² در فرانکفورت ، آلمان ، در فوریه 2000 تشکیل گردید . این جلسه به جهت صحبت‌های اولیه در خصوص برنامه کاری تنظیم گردید که در این جلسه نمایندگانی از ایزو TC22³ و SC21 حضور داشتند . تشریک مساعی این گروهها درخصوص کار بر روی پیل سوختی در صنعت خودروسازی در آن زمان انجام گرفت .

بدین وسیله کار TC105 شروع گردید اولین پیش نویس پیل سوختی در قالب IEC 62282 ارائه گردید که این پیش نویس شامل بخشهای متعددی است. بخش 2 مربوط به قطعه پیل سوختی می باشد .



انواع پیل های سوختی کدامند ؟

- ◆ پیل سوختی اسید فسفریکی
- ◆ پیل های سوختی پلیمری
- ◆ پیل های سوختی اکسید جامد
- ◆ پیل های سوختی قلیایی
- ◆ پیل های سوختی متانولی

² Technical committee

³ Sub committee

جدول انواع پیل های سوختی

Fuel Cell Name	Electrolyte	Qualified Power (W)	Working Temperature (°C)	Electrical efficiency	Status
<u>Metal hydride fuel cell</u>	<u>Aqueous alkaline solution</u> (e.g. <u>potassium hydroxide</u>)	?	above -20 50% P _{peak} @ 0	?	<u>Commercial/Research</u>
<u>Electro-galvanic fuel cell</u>	Aqueous alkaline solution (e.g., potassium hydroxide)	?	under 40	?	Commercial/Research
<u>Zinc-air battery</u>	Aqueous alkaline solution (e.g., potassium hydroxide)	?	under 40	?	<u>Mass production</u>
<u>Microbial Fuel Cell</u>	Polymer membrane or <u>humic acid</u>	?	under 40	?	Research
<u>Reversible fuel cell</u>	Polymer membrane (<u>ionomer</u>)	?	under 50	?	Commercial/Research
<u>Direct borohydride fuel cell</u>	Aqueous alkaline solution (e.g., <u>sodium hydroxide</u>)	?	70	?	Research
<u>Alkaline fuel cell</u>	Aqueous alkaline solution (e.g., potassium hydroxide)	10 kW to 100 kW	under 80	Cell: 60–70% System: 62%	Commercial/Research
<u>Direct-methanol fuel cell</u>	Polymer membrane (ionomer)	1mW to 100 kW	90–120	Cell: 20–30% System: 10–20%	Commercial/Research
<u>Reformed-methanol fuel cell</u>	Polymer membrane (ionomer)	5W to 100 kW	(Reformer)250–300 (PBI)125–200	Cell: 50–60% System: 25–40%	Commercial/Research
<u>Direct-ethanol fuel cell</u>	Polymer membrane (ionomer)	up to 140 mW/cm ²	above 25 ? 90–120	?	Research
<u>Formic acid fuel cell</u>	Polymer membrane	?	90–120	?	Research

	(ionomer)				
<u>Proton exchange membrane fuel cell</u>	Polymer membrane (ionomer) (e.g., <u>Nafion®</u> or <u>Polybenzimidazole fiber</u>)	100W to 500 kW	(Nafion)70–120 (PBI)125–200	Cell: 50–70% System: 30–50%	Commercial/Research
<u>RFC - Redox</u>	Liquid electrolytes with <u>redox</u> shuttle & polymer membrane (Ionomer)	1 kW to 10MW	?	?	Research
<u>Phosphoric-acid fuel cell</u>	Molten <u>phosphoric acid</u> (H ₃ PO ₄)	up to 10MW	150-200	Cell: 55% System: 40%	Commercial/Research
<u>Molten-carbonate fuel cell</u>	Molten alkaline <u>carbonate</u> (e.g., <u>sodium bicarbonate</u> NaHCO ₃)	100MW	600-650	Cell: 55% System: 47%	Commercial/Research
<u>Proton-conducting ceramic fuel cell</u>	H ⁺ -conducting ceramic oxide	?	700	?	Research
<u>Direct carbon fuel cell</u>	Several different	?	700-850	Cell: 80% System: 70%	Commercial/Research
<u>Solid-oxide fuel cell</u>	O ²⁻ -conducting ceramic <u>oxide</u> (e.g., <u>zirconium dioxide</u> , ZrO ₂)	up to 100MW	700–1000	Cell: 60–65% System: 55–60%	Commercial/Research

منابع :

<http://www.nitc.co.ir>

<http://www.sun.org.ir>

<http://images.google.com/imgres?imgurl>

http://www.ballard.com/images/image_gallery/technology/pem_fuelcell.gif

<http://www.autointell.net/News-2004/December-2004/Dec-2004-3/dc-f-cell-115.jpg>

<http://www.visionengineer.com/env/fcv.php>

<http://www.outside.away.com/.../alternative-fuel-cars.html>

<http://www.corrosion-doctors.org/FuelCell/images/PEMFC.gif>

درباره نویسندگان :

محسن مصیبی فارغ التحصیل مهندسی صنایع - تولید صنعتی از دانشگاه صنعتی امیر کبیر (پلی تکنیک تهران) ،
کمریند ارشد شش سیگما (Six Sigma Master Black Belt) از انستیتو آمار هند (Indian Statistical
Institute) و دارای مدرک TRIZ از دانشگاه روتنیای روسیه است .

فعالیت اجرایی خود را در زمینه خلاقیت و روش های حل خلاق مسئله از سال 79 آغاز نموده و دارای سابقه طولانی
تدریس در دوره های مختلف روشهای حل مسئله ، شش سیگما ، TRIZ و کار گروهی در ایران خودرو و شرکتهای
تابعه است . کتاب مفاهیم اولیه خلاقیت و حل مسئله به روش خلاق از ایشان در دست چاپ می باشد.

مهندس فاطمه سلوکیه ، فارغ التحصیل کارشناسی دانشگاه آزاد اسلامی ، کارشناس استانداردهای اجباری صنعت
خودرو (COP) - دارای مدارک ISO TS و TRIZ .

کافیه سرمست ، فارغ التحصیل کارشناسی علوم سیاسی از دانشگاه آزاد کرج . فوق لیسانس روابط بین الملل از
دانشگاه آزاد مرکز ، کارشناس پروژه سمند ونزوتلا و سنگال در معاونت فرایند تولید ایران خودرو

