



معرفی خودروهای هیدروژنی و نحوه کار

شرکت گاز کربنیک اردستان

مقدمه

ترکیب هیدروژن و اکسیژن می تواند جایگزین مناسبی برای سوخت های فسیلی باشد

بهتر است ابتدا مفهوم یک پیل سوختی را به ساده ترین شکل مرور کنیم. پیل سوختی، همان گونه که از نام آن مشخص است یک باتری است که البته برخلاف باتری های معمولی برای تولید انرژی الکتریکی نیاز به سوخت دارد.

قطعا آزمایش تجزیه آب را از آن دوران به خاطر دارید. در این آزمایش دو الکترود را به دو قطب مثبت و منفی یک باتری وصل می کردیم و درون آب قرار می دادیم و با وصل شدن جریان الکتریسیته، آب به دو عنصر سازنده اش هیدروژن و اکسیژن تجزیه می شد.

به صورت تئوری شاید بتوان تصور کرد روش عکس این آزمایش هم ممکن است به این معنا که اگر بتوانیم اکسیژن و هیدروژن را با هم ترکیب کنیم، حاصل کار جریان الکتریسیته و آب است.

امروزه بعد از گذشت دهه ها از رونمایی اولین اتومبیل جهان که از چوب ساخته شد، شاهد اتومبیل های خارق العاده ای هستیم که بی شک مشاهده برخی از آنها می تواند ساعت های طولانی ما را به فکر فرو برد چرا که اتومبیل های امروزی در قیاس با اتومبیل هایی که در گذشته در تخیل خود تصور می کردیم، بسیار متفاوت و خاص هستند و به نحوی امروزه به آینده ای که در انتظارش بودیم، رسیده ایم!!

با این حال کمپانی ها و شرکت های مختلفی در سطح جهان حضور دارند که اتومبیل هایی با کاربردهای گوناگون را در اختیار عموم مردم قرار داده اند که از مهم ترین معضلات این روزها که اتومبیل ها منجر به آن شده اند، می توان به آلودگی ناشی از اتومبیل های بنزینی و دیزلی اشاره نمود که منجر به آلوده و گرم شدن محیط کره زمین نیز شده اند.



این تصور البته چندان هم غلط نیست چراکه همین تصور، ساختار ساده شده یک پیل سوختی را به نمایش می‌گذارد و در این پیل‌ها، اکسیژن هوا با هیدروژن ترکیب می‌شود و در این واکنش الکتریسیته و آب (البته به صورت بخار) تولید خواهد شد. البته این ترکیب به همین سادگی شکل نمی‌گیرد، اما اصول کاری یک سلول پیل سوختی دقیقاً بر اساس ترکیب همین دو عنصر و تولید الکتریسیته استوار است.

◀ پیل سوختی در عمل

همان‌گونه که گفتیم اصول کاری پیل سوختی بر ایجاد پیوند میان دو عنصر اکسیژن و هیدروژن و تولید آب و الکتریسیته استوار است. تا اینجای کار همه چیز خوب به نظر می‌رسد چراکه هردوی عناصر لازم برای این واکنش به وفور در دسترس است و این فرآیند هم بسیار پاک است و هیچ آلاینده‌ای تولید نمی‌کند. مشکل، اما وقتی آشکار می‌شود که اکسیژن و هیدروژن از ترکیب شدن با هم سر باز می‌زنند!

متأسفانه در حالت طبیعی اکسیژن و هیدروژن هیچ میلی به ترکیب شدن با هم ندارند و این وظیفه مهندسان است تا بتوانند روشی برای ترکیب کردن این دو ماده و تولید الکتریسیته پیدا کنند و اینجاست که پیچیدگی‌های یک سلول پیل سوختی مشخص می‌شود. برای آنکه بتوان هیدروژن و اکسیژن را با هم ترکیب کرد نیاز است ساختار آن‌ها شکسته شود. برای این منظور دانشمندان موفق شده‌اند کاتالیست‌های ویژه‌ای را طراحی کنند که می‌تواند با تغییر در ساختار این دو ماده آن‌ها را وادار به ترکیب با یکدیگر کند.

در یک سلول سوختی، گاز هیدروژن به صورت H_2 به یک سمت پیل تزریق می‌شود که حکم آند را در باتری‌های معمولی دارد (این گاز در اصل حکم سوخت را دارد و عملاً مصرف می‌شود و واژه پیل «سوختی» نیز به همین دلیل به این سیستم داده شده است). ساختار گاز هیدروژن در مواجهه با کاتالیزور (که به طور معمول از جنس پلاتین است) تجزیه می‌شود و به این ترتیب یون‌های مثبت هیدروژن و الکترون آزاد می‌شود. به طور معمول این دو بخش تمایل دارند به مسیر خود در پیل سوختی ادامه دهند، اما پس از کاتالیزور، یک لایه دیگر موسوم به الکترولیت (که می‌تواند ساختارهای مختلفی داشته باشد و در بخش بعدی بررسی خواهد شد) وجود دارد که تنها به یون‌های مثبت اجازه عبور می‌دهد و به این ترتیب الکترون‌ها که بار منفی دارند نمی‌توانند از آن گذر کنند. این الکترون‌ها ناچارند در مدار خارجی جریان پیدا کنند و به این ترتیب به سمت مصرف‌کننده جریان الکتریکی (که در اینجا موتور الکتریکی خودرو است) می‌روند. در داخل پیل سوختی یون‌های هیدروژن (که بار مثبت دارند و الکترون خود را از دست داده‌اند) در ادامه مسیر خود به سمت کاتد می‌روند. از سوی دیگر

الکترون‌ها نیز در ادامه مسیر خود از مصرف‌کننده جریان الکتریکی به سمت کاتد می‌آیند (به‌طور کلی جریان الکتریکی باید به صورت بسته باشد به این معنا که الکترون‌ها بتوانند در یک مدار بسته حرکت کنند تا جریان تولید شود). در کاتد، یون‌های مثبت هیدروژن و الکترون‌ها با اکسیژن برخورد می‌کنند که حاصل آن فرمول مشهور ترکیب هیدروژن و اکسیژن، آب است.

به این ترتیب در پروسه این فعل و انفعالات، جریان الکتریسیته، آب و البته مقداری گرما تولید می‌شود. این گرما باعث می‌شود آب تولید شده به صورت بخار باشد و به همین دلیل است که از آگزوز خودروهای مجهز به پیل سوختی بخار آب خارج می‌شود. در این فرآیند هیچ آلاینده زیست‌محیطی تولید نمی‌شود و خروجی خودرو تنها بخار آب است و به همین دلیل این خودروها جزو خودروهای فاقد آلاینده‌ی طبقه‌بندی می‌شوند.

در پروسه کاری پیل سوختی نیاز است در سمت آند هیدروژن وجود داشته باشد و در سوی دیگر (کاتد) هم جریان اکسیژن به‌طور پیوسته در اختیار باشد تا عمل ترکیب این دو ماده کامل شده و الکترون‌ها بتوانند جریان پیدا کنند، اما این دو ماده از چه منبعی در اختیار پیل سوختی قرار می‌گیرند؟

◀ خودروی هیدروژنی چیست؟

اتومبیل‌های هیدروژنی یا "Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicle" به اتومبیل‌هایی اطلاق می‌شود که سوخت آنها هیدروژن است و توسط موتور الکتریکی مجهز و طراحی شده‌اند که گاهی اوقات به این دسته از اتومبیل‌ها، اتومبیل‌های مجهز به باتری "Battery electric vehicle" نیز گفته می‌شود.

خودروهای پیل سوختی به اتومبیل‌هایی اطلاق می‌شود که باتری مورد استفاده در آن‌ها هیدروژن/اکسیژن است. برخلاف باتری‌های معمول مورد استفاده، باتری‌های هیدروژنی ساختار بسته‌ی مملو از مواد شیمیایی ندارند، بلکه می‌توان آن‌ها را با گاز هیدروژن شارژ کرد. شماری از باتری‌ها علاوه بر هیدروژن توانایی کار با گازهای دیگر، نظیر متان و بنزین را دارند، اما این موارد در کاربردهای محدود صنعتی چون نیروگاه‌ها یا لیفتراک‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

همچون باتری‌های معمول مورد استفاده، باتری‌های سوختی نیز از وجود آند، کاتد و الکترولیت بهره می‌برند. اغلب خودروهای هیدروژنی تولید شده همچون تویوتا میرای و هوندا افسی‌ایکس کلاریتی، از باتری‌های سوختی با الکترولیت پلیمری بهره می‌برند. این نوع باتری‌ها که اصطلاحاً Polymer Exchange Membrane Fuel Cell



یا به اختصار PEMFC نام گرفته‌اند، برای استفاده در انواع وسایل نقلیه توسعه یافته‌اند. در این پیل‌های سوختی، هیدروژن با فشار از درون کاتالیزور پلاتینیوم عبور می‌کند که با عبور از این مرحله دو یون و دو الکترون به دست می‌آید. الکترون‌های حاصل در فرآیند نیرو بخشیدن به موتور الکتریکی خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرند و یون‌های حاصل نیز با اکسیژن ترکیب شده و در نتیجه بخار آب از اگزوز خودرو خارج می‌شود. پیل‌های سوختی PEMFC به اندازه‌ای در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند تا انرژی مورد نیاز برای تامین نیروی الکتریکی مورد نیاز خودرو تامین شود.

◀ هیدروژن مورد نیاز در کجا تولید خواهد شد؟

در صورتی که هدف از تولید خودروهای هیدروژنی ایجاد یک چرخه‌ی سبز و بدون تولید آلودگی است، هیدروژن مورد نیاز نیز باید از راه‌هایی تولید شود که آلودگی را به محیط زیست تحمیل نکند. اما تولید هیدروژن فرآیند بسیار سختی دارد. بهترین راه برای به دست آوردن گاز هیدروژن استفاده از الکترولیز برای جدا کردن هیدروژن و اکسیژن در آب است. این روش اصلاً بهینه نیست و هزینه‌ی مورد نیاز برای تولید هر کیلوگرم هیدروژن در بهینه‌ترین حالت ۲٫۵ دلار است.

تغییر ساختار گاز طبیعی راهکار دیگری است که می‌توان برای تولید هیدروژن از آن استفاده کرد، اما نکته‌ی منفی این روش تولید آلودگی است. در این روش دمای بخار آب در حدود ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش می‌یابد و در این مرحله بخار با گاز متان مخلوط می‌شود که نتیجه‌ی آن تولید مونوکسید کربن و هیدروژن در کنار مقدار کمی دی‌اکسید کربن است. در حال حاضر بیش از ۹۵ درصد از هیدروژن تولید شده در آمریکا به این روش به دست می‌آید.

◀ هیدروژن و اکسیژن از کجا به سلول پیل سوختی

می‌رسند؟

همان‌گونه که گفتیم پیل سوختی برای کارکرد خود نیاز به جریان پیوسته اکسیژن و هیدروژن در دو سمت خود دارد. تامین اکسیژن لازم برای این فرآیند دشوار نیست؛ اکسیژن به صورت O_2 در هوای اطراف ما وجود دارد و به همین دلیل در پیل سوختی هم لزومی به تزریق گاز اکسیژن خالص نیست و کافی است در سمت کاتد جریان هوا برقرار باشد. به این منظور هوا به‌طور پیوسته به پیل تزریق می‌شود تا بتواند اکسیژن لازم برای کارکرد پیل را تامین کند. در سمت دیگر پیل نیاز به هیدروژن داریم، اما متأسفانه نمی‌توان هیدروژن را از هوای اطراف گرفت.

هیدروژن سبک‌ترین عنصر جدول تناوبی است و به فراوانی نیز در سیاره زمین وجود دارد، اما متأسفانه در هوای تنفسی ما هیدروژن وجود ندارد و به همین دلیل باید هیدروژن را از طریق دیگر به سلول رساند. برای این منظور، در خودروها از مخازن هیدروژن مایع استفاده می‌شود. مایع‌سازی هیدروژن باعث فشرده شدن آن می‌شود و به این ترتیب حجم آن کاهش پیدا می‌کند. این مسئله کمک می‌کند انتقال آن آسان‌تر باشد ضمن آنکه ذخیره‌سازی آن در خودرو هم نیاز به فضای کمتری دارد. به این ترتیب هیدروژن از مخزن سوخت به پیل تزریق می‌شود تا بتواند فرآیند کاری پیل را کامل کند. همان‌گونه که گفتیم هیدروژن به فراوانی در زمین وجود دارد، اما متأسفانه ترکیب منفرد آن نایاب است و معمولاً به‌صورت ترکیب با سایر عناصر وجود دارد و عملاً باید آن را استخراج کرد. برای این منظور شاید ساده‌ترین راه‌حل، تجزیه آب باشد. این راه‌حل هرچند در مقیاس آزمایشگاهی مناسب است، اما استفاده از آن در مقیاس صنعتی مقرون‌به‌صرفه نیست. خوشبختانه یکی از فراوان‌ترین منابع هیدروژن، هیدروکربن‌ها هستند. همان‌گونه که از نامشان مشخص است، هیدروکربن‌ها متشکل از هیدروژن و کربن بوده و به‌طور معمول به‌عنوان سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرند (گاز طبیعی و نفت از انواع هیدروکربن‌ها هستند). در صنعت نیز طی فرآیندی با بهره‌گیری از بخار آب داغ در فشار بالا و البته یک کاتالیزور، می‌توان هیدروژن این ترکیبات را آزاد کرد. در کنار این، از حرارت دادن کُک با حضور آب نیز هیدروژن به دست می‌آید. در حال حاضر هیدروژن در مقادیر زیاد در صنعت تولید می‌شود چراکه در بسیاری از فرآیندها همچون تولید آمونیاک از هیدروژن استفاده می‌شود ضمن آنکه کاربردهای صنعتی دیگری همچون خنک‌کاری، احیای سنگ معدن‌های فلزی، تولید متانول و تولید بعضی اسیدها هم از دیگر موارد مصرف هیدروژن است و به این ترتیب برای عملی کردن ایده تولید انبوه خودروهای پیل سوختی مشکلی در تامین هیدروژن لازم برای کارکرد این خودروها وجود ندارد هرچند این سوخت تولید شده نیاز به زیرساخت‌هایی برای انتقال و عرضه دارد که در حال حاضر اصلی‌ترین مشکل عرضه انبوه خودروهای پیل سوختی است.

◀ خودروی هیدروژنی چیست؟

تا اینجای کار ساختار یک پیل سوختی را بررسی کردیم و دیدیم چگونه با تزریق هیدروژن و ترکیب آن با هوا، الکتروسیته و بخار آب تولید می‌شود. البته پیل سوختی ما ابعاد کوچکی دارد و جریان الکتریکی محدودی نیز تولید می‌کند که برای راه‌اندازی موتور خودرو کافی نیست. به همین دلیل تعداد زیادی از این پیل‌های کوچک در کنار هم قرار

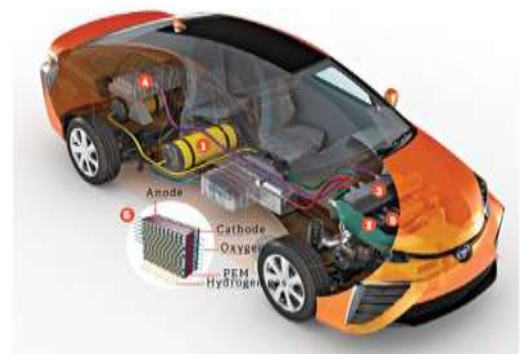


شوند که این باتری ها نسبت به باتری به کار رفته در اتومبیل های الکتریکی کوچکتر هستند.

◀ همه چیز در مورد خودروهای هیدروژنی

خودروهای الکتریکی و برقی از محدودیت رانندگی نیز برخوردار هستند و زمانیکه شما باتری اتومبیل را شارژ می کنید، در طی محدوده تعریف شده، خاموش خواهد شد و باید آنرا به برق متصل نمایید و مدت طولانی را صبر کنید تا شارژ شوند و مجدداً به مسیر خود ادامه دهید! اما چنین چیزی در اتومبیل های هیدروژنی وجود ندارد و می توانید همانند اتومبیل های بنزینی، در جایگاه های سوخت، کپسول های موجود در اتومبیل را توسط هیدروژن پر کنید و در کنار حرکت اتومبیل با هیدروژن، باتری و موتور الکتریکی آنرا شارژ کنید!

می گیرند تا بتوانند نیروبخش خودرو باشند. این مجموعه به عنوان قلب سیستم است و وظیفه تولید نیروی الکتریسیته لازم را به صورت پیوسته بر عهده دارد. در کنار این، برای تأمین هیدروژن لازم برای کارکرد خودرو، باید از یک باک هیدروژن استفاده کرد. به دلیل آنکه هیدروژن مایع در فشار بالا نگهداری می شود، باک باید ساختار مقاومی داشته باشد (تقریباً مشابه آنچه در خودروهای گازسوز وجود دارد). نیروی تولید شده توسط پیل در حد مشخصی است و با تزریق بیشتر هیدروژن به مجموعه نمی توان آن را از محدوده معینی بالاتر برد. این مسئله در یک رانندگی آرام مشکلی ایجاد نمی کند، اما اگر راننده بخواهد شتابگیری کند، توان مجموعه ممکن است ناکافی باشد. از سوی دیگر بهره گیری از پیل بزرگتر به معنای وزن بیشتر و بدتر از آن بالا رفتن قیمت است و با توجه به اینکه ممکن است توان بالای پیل به طور ممتد به کار نیاید، این ایده چندان منطقی نیست. برای کمک به راننده در این شرایط، مجموعه کوچکی از باتری نیز در این خودروها در نظر گرفته می شود. این باتری ها مشابه نمونه هایی است که در خودروهای الکتریکی و یا هیبرید نصب می شود، اما ابعاد کوچکتری دارد. وظیفه اصلی این باتری ها ذخیره سازی انرژی الکتریکی و آزاد کردن آن در زمان لازم است تا از این طریق بتوان موتور الکتریکی را به صورت مقطعی افزایش داد.



◀ مزیت ماشین های هیدروژنی

با این حال در اتومبیل های الکتریکی نیروی لازم توسط باتری شارژ شده تأمین می شود و در اتومبیل های هیدروژنی نیروی مورد نیاز توسط هیدروژن و اکسیژن تأمین می شود که این دسته از اتومبیل ها نیز با باتری مجهز شده اند و زمانیکه برق تولید می شود و اتومبیل در حال حرکت است، باتری موجود در اتومبیل، شروع به شارژ شدن می