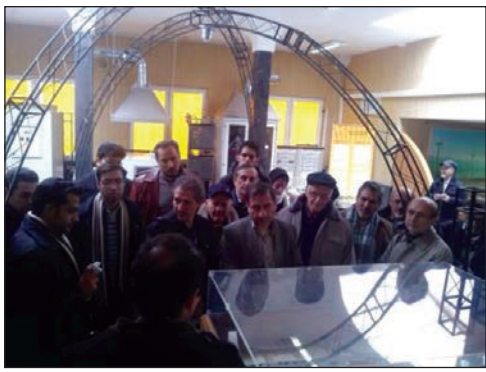
Iranian Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers (IRSHRAE)

سال سوم | شماره هفدهم | دی ۱۳۹۲



خبـــــرنامـــه
انجمن علمی مهـــندسی حـــرارتی و بروتی ایران

- بازدید اعضای انجمن از سایت انرژی‌های نو طالقان
- اطلاعیه برگزاری ســمینار «ســرمایش ارزان، از تجارت تا واقعیت (با نگاهی بر چیلر جذبی)»
- مروری بر سیستم‌های میکرو تولید همزمان توان و گرما با پیل سوختی اکسید جامد

سخن نخست

بازدید اعضای انجمن از سایت انرژی‌های نو طالقان

اعضای انجمن علمی مهندســی حرارتی و بروتــی ایران روز دوشــنبه ۱۶ دی ماه ۱۳۹۲ از سایت انرژی‌های نو طالقان (متعلق به ســازمان انرژی‌های نو ایران) بازدید نمودند. در طی این ســفر یک‌روزه، جناب آقای مهندس ربیعی رئیس دفتر گروه آگاه‌ســازی و بین‌المللی ســانا و سرکار خانم مهندس غلامی، بازدیدکنندگان را در جریان آخرین دســتاوردهای توسعه داده شده توسط سازمان انرژی‌هــای نو ایــران که به صورت پایلوت در ســایت طالقان اجرا شده‌اند، قرار دادند.

در ابتــدا بازدیدکننــدگان با نمونه‌های پیل ســوختی ۵ و ۱۰ کیلو واتی که با همکاری دانشــگاه صنعتی اصفهان ســاخته شده بودند، آشنا شدند و ضمن بازدید از ماکت سایت‌های نیروگاه انرژی خورشیدی، نیروگاه بادی منجیل و بینالود، نیروگاه زمین گرمایی مشکین‌شــهر، نیروگاه بیوماس، دکل بادی و بادسنج و همچنین اجــاق خورشــیدی، در جریان جزئیات این ســایت‌ها و تجهیزات آنــان قرار گرفتند. در ادامه، اعضای انجمن از پایلوت‌های واقع در فضای باز سایت شامل سیستم نیروگاه انرژی خورشیدی سهموی، نیروگاه انرژی خورشیدی کرنل، خانه سبز و همچنین آبگرم‌کن، آب شیرین‌کن و خشک‌کن خورشیدی، بازدید نمودند.

هیات مدیره انجمن علمی مهندسی حرارتی و بروتی ایران از جناب آقای مهندس آرمودلی، مدیرعامل محترم سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) و همکاران ایشان، بدلیل حمایت‌های همه‌جانبه از انجمن، کمال تشکر و امتنان را دارد.

اطلاعیه برگزاری سمینار «سرمایش ارزان، از تجارت تا واقعیت (با نگاهی بر چیلر جذبی)»

مرکز دانش صنعت تاسیسات ایران با همکاری انجمن علمی مهندسی حرارتی و برودتی ایران، شرکت مهندسی اسوه عمران انرژی (سهامی خاص)، شرکت تهویه ویونا و نشریه تهویه و تاسیسات، نوزدهمین سمینار تخصصی خود را با عنوان «سرمایش ارزان، از تجارت تا واقعیت» با نگاهی ویژه بر انرژی‌های نو، سیستم‌های CHP و CCHP و چیلر جذبی، روز چهارشنبه ۲۵ دی‌ماه سال‌جاری، ساعت ۱۵ الی ۱۹ در باغ دربند (واقع در میدان تجریش) برگزار خواهد کرد. سخنرانان کلیدی این سمینار، آقایان دکتر وحید وکیل‌الرعایا از دانشگاه UTS استرالیا و دکتر محمد حسن جلال الدین ابیانه (از شرکت تهویه ویونا) می‌باشند. علاقه‌مندان جهت آشنایی با جزئیات سمینار و همچنین نحوه ثبت‌نام، به تارنمای مرکز دانش صنعت تاسیسات ایران به آدرس http://www.hvaccenter.ir/ مراجعه نمایند.

مروری بر سیستم‌های میکرو تولید همزمان توان و گرما با پیل سوختی اکسید جامد

دکتر ابراهیم افشاری، استادیار گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه اصفهان

تولید انرژی الکتریکی همراه با به کارگیری گرمای تولیدی یک روش سریعا در حال توسعه است که موجب افزایش راندمان و کاهش کلی تلفات می‌شود. این موضوع عموما به عنوان توان و گرمای ترکیبی (CHP) مطرح است. سیستم‌های CHP دارای اندازه‌های متنوعی هستند، از اندازه بزرگ که جهت تولید الکتریسته و گرم کردن یک شهر استفاده می‌شود تا واحدهای کوچک که می‌تواند یک خانه را سرویس دهد.

مرز جدید CHP در ساختمان‌های کوچک مسکونی می‌باشد. تعداد زیادی از تولیدکنندگان، در حال توسعه سیستم‌های میکرو تولید همزمان توان و گرما (mCHP) می‌باشند. این نیروگاه‌های کوچک دارای توان الکتریکی ۱ تا ۱۵ کیلو وات و گرمای بازیابی شده ۱ تا ۲۰ کیلووات می‌باشند. این ژنراتورها از تکنولوژی‌های مختلفی به عنوان روش تبدیل‌کننده انرژی بهره می‌برند که به عنوان نمونه می‌توان به موتورهای احتراق داخلی، میکروتوربین‌ها، موتورهای سیکل رانکین، موتور استرلینگ و پیل‌های سوختی اشاره کرد. واحدهای میکرو از گرمای اتلافی ژنراتور جهت مصرف گرمایش و سرمایش استفاده می‌کنند و لذا راندمان کلی سیستم افزایش می‌یابد و تا حد ۸۰ درصد می‌رسد که این موضوع به عنوان یک مزیت محسوب می‌شود.

به دلیل اندازه کوچک واحدهای CHP، توجه به این نکته مهم است که این واحدها با بازده پایین‌تر از لحاظ الکتریکی در مقایسه با نیروگاه‌های بزرگ مرکزی کار می‌کنند. در هر حال اگر گرمای تولیدی به نحو موثری استفاده شود، بازده کلی می‌تواند بسیار بالاتر از نیروگاه مرکزی که فقط برای تولید الکتریسیته طراحی می‌شود باشد. عیب دیگر این سیستم‌ها، تکیه بر دسترس بودن سوخت پالایش شده است. نیروگاه‌های مرکزی بزرگ قادر هستند تا سوخت‌های پالایش نشده خام نظیر زغال سنگ را به توان قابل استفاده تبدیل کنند. ژنراتورهای کوچک نیاز به سوخت‌های خالص نظیر گاز طبیعی دارند تا به طور تمیز کار کنند. به کارگیری وسیع این ژنراتورهای کوچک تقاضا برای این سوخت‌های پالایش نشده را افزایش می‌دهد و می‌تواند مشکلات توزیع کمبود سوخت و تورم قیمت سوخت را فراهم نماید. نهایتا این که نصب یک واحد mCHP در یک ساختمان مسکونی کوچک نیازمند اجتماع پیچیده سیستم‌های گرمایشی و الکتریکی است. لذا بخش قابل توجهی

از تجهیـــزات اضافی و هزینه مورد نیاز اســـت تا تجهیزات معمول گرمایش و تهویه مطبوع با یک سیستم mCHP جایگزین گردد.

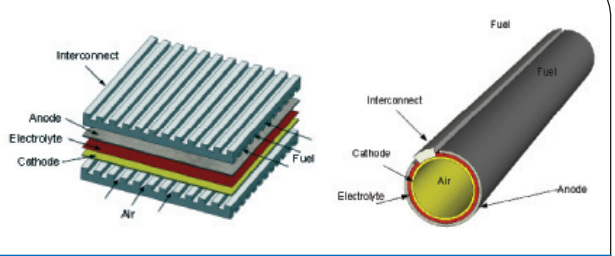
همانطور که در ابتدای این مطلب اشـــاره شد، پیل سوختی از تکنولوژی‌های جدید بوده که در سیســـتم‌های mCHP می‌توانند اســـتفاده شوند. پیل سوختی مستقیما انرژی الکتریکی را از انرژی شـــیمیایی تولید می‌کنـــد و راندمان آن بســـیار بالاتـــر از راندمان موتورهای احتراق داخلی است. همه اجزا پیل‌های سوختی ثابت و هیچ قسمت متحرکی ندارد. عدم قسمت‌های متحرک باعث شده که پیل سوختی بدون سر و صدا کار کند. دوام و قابلیت اعتماد آن‌ها نیز بالا است و آلاینده‌هایی مانند اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای گوگرد و ... در پیل سوختی نزدیک صفر هستند. پیل‌های سوختی، بالقوه دارای دانســـیته انرژی بالاتری نسبت به باتری‌ها می‌باشند و می‌توانند به سرعت تغذیه و به سهولت مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

پیل ســـوختی یک مبدل انرژی الکتروشیمیایی می‌باشد که از ســـه جز اصلی آند، کاتد و الکترولیت تشکیل شده است. پیل‌های ســـوختی شـــبیه به باتری هســـتند به طوری که از طریق واکنش الکتروشـــیمیایی و بدون احتراق مستقیم سوخت برق DC تولید می‌کنند. یکی از انواع پیل‌های ســـوختی، نوع اکسید جامد است که از یک ماده ســـرامیکی هادی یون اکسیژن به عنوان الکترولیت اســـتفاده می‌کند. آند پیل معمولا ترکیبی شـــامل نیکل، ایتریا و زیکونیوم پایدار شده است. کاتد دارای ساختار متخلخل است که عموماً از لانتانوم منگنیت ساخته می‌شود. کلیه مواد مورد استفاده در ســـاخت پیل سوختی اکســـید جامد به حالت جامد است. این پیل‌ها در دمای بین ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سیلسیوس عمل می‌کنند. هیدروژن یا متان می‌تواند به آند تغذیه شود و پیل سوختی اکسید جامد می‌تواند اکســـیژن یا هوا را در کاتد به کارگیری کند. دو نوع طراحی اســـتوانه‌ای و صفحه‌ای پیل ســـوختی اکسید جامد وجود دارد (شکل ۱). یک مزیت طراحی استوانه‌ای حذف نیاز به آب‌بندی خیلی منسجم در دماهای بالا است؛ ولی طراحی صفحه‌ای از نظر ساخت ساده‌تر است.

در واکنش‌هـــای پیل ســـوختی اکســـید جامد، هیـــدروژن یا مونوکســـیدکربن موجود در جریان ســـوخت با یون‌های اکسید در حـــال حرکت در الکترولیت واکنـــش می‌دهد. این واکنش‌ها آب و دی‌اکسیدکربن تولید می‌کند و الکترون‌ها را به سمت آند پراکنده می‌کند. الکترون‌ها از بار خارجی عبور کرده و به کاتد بر می‌گردند. در کاتد، الکترون‌ها جهت یونیزه کردن مولکول‌های اکســـیژن هوا استفاده می‌شوند. ســـپس یون‌های اکسیژن به الکترولیت‌ها وارد می‌شوند و فرآیند مجددا آغاز می‌شود.

سیستم تولید همزمان با تکنولوژی پیل سوختی اکسید جامد عموما شامل پردازنده سوخت، استک پیل سوختی، اینورتر، منبع ذخیره گرما و متعلقات معمول می‌باشد. اصلی‌ترین هدف پردازنده سوخت اقدام بر روی سوخت ورودی است. اقدامات انجام گرفته بر روی سوخت شامل سولفورزدایی و رفورمینگ می‌باشد. در صورتی که ســـوخت ورودی دارای کمترین مقدار ســـولفور باشـــد موجب غیرفعال شدن کاتالیست آند شده و به طور قابل توجهی ولتاژ پیل را کاهش می‌دهد. عملیات رفورمینگ جهت استحصال هیدروژن از سوخت به چند نوع مختلف انجام می‌شود که یکی از انواع متداول آن، عملیات رفورمینگ توسط بخار است. این عملیات معمولا در یک مبدل حرارتی لوله پوسته انجام می‌شود؛ به طوری که ترکیب سوخت و بخار وارد تیوب می‌شود و جریان گازهای گرم کوره وارد پوسته می‌شود تا لوله‌های ساخته شده از کاتالیست نیکل را جهت انجام رفورمینگ گرم نماید. شـــکل (۲) طرحواره به کارگیری پیل سوختی اکسید جامد در سیستم mCHP را نمایش می‌دهد.

مطابق طرحواره شـــکل (۲)، گاز طبیعی وارد سیســـتم شـــده و جهت غلبه بر افت فشـــار، فشرده می‌شـــود. گاز طبیعی در یک شـــیر سه راهه مجزا می‌شود، بخشی از آن وارد واحد سولفورزدایی می‌شـــود و بقیه وارد مشعل می‌شود. ســـولفور توسط کربن اکتیو دما پاییـــن، زدوده می‌شـــود و راندمان سیســـتم افزایش می‌یابد. سپس گاز طبیعی تمیز، پیش‌گرم شده و با بخار مخلوط می‌شود. مخلوط وارد رفورمر بخار در دمای بالاتر از ۴۰۰ درجه سیلسیوس می‌شود که هیدروکربن‌های زنجیره بلند و بخشی از متان ابتدائا به

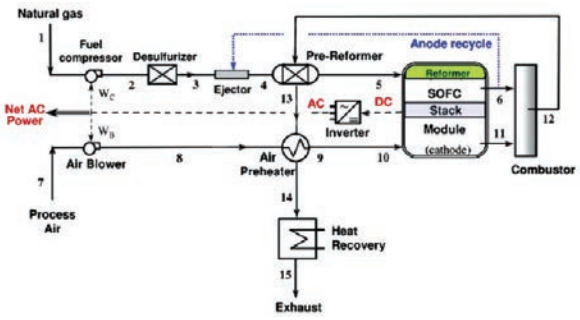


شکل (۱): پیل‌های سوختی اکسید جامد استوانه‌ای و صفحه‌ای

جدول (۱): مشخصات کلی پیل‌های سوختی به عنوان mCHP

رنج تولید توان الکتریکی بر حسب کیلووات	راندمان‌ها		سوخت مورد استفاده	
	الکتریکی	کل		
۱-۳۰۰۰	۴۰-۵۷	۸۰-۸۵	گاز طبیعی، هیدروژن	پیل سوختی
۱۰۰۰-۳۰۰۰ دلار*				متوسط هزینه سرمایه گذاری به ازای هر کیلووات توان برق تولیدی
۰/۰۱-۰/۰۰۵ دلار*				هزینه عملکرد و تعمیرات نگهداری به ازای هر کیلو وات توان برق تولیدی
ناکس : ۰/۰۰۰۰۵ مونواکسید کربن : ۰/۰۰۰۰۲				انتشار آلودگی بر حسب ppm

هزینه‌ها نتیجه بررسی در سال ۲۰۰۳ میلادی می‌باشند.



شکل (۲): طرحواره سیستم CHP با محرک پیل سوختی اکسید جامد

هیدروژن و مونوکسید کربن تبدیل می‌شود. این گاز وارد آند پیل سوختی می‌شود که متان باقیمانده در ابتدا تبدیل شده و هیدروژن الکترواکسید می‌شود. همزمان، هوا به سمت کاتد تزریق می‌شود. هوای وارد شده به سیستم فیلتر شده و قبل از ورود، فشرده و سپس پیش گرم می‌شود. ضمنا بخش مشخصی از اطراف مبدل عبور می‌کند و مستقیما به محفظه احتراق وارد می‌شود تا دمای مشعل را کنترل کند. گازهای اگزاست آند و کاتد هم اکنون مخلوط شده و با هوای اضافی و گاز طبیعی در محفظه احتراق می‌سوزد. گاز داغ محصول به رفورمر بخار و مبدل حرارتی جریان می‌یابد تا گرمای مورد نیاز پروسه رفورمینگ را تامین نماید. این گاز داغ سپس با جریان گاز طبیعی، آب تغذیه و هوای کاتد، قبل از انتقال حرارت نهایی با سیستم گرمایش مرکزی تبادل حرارت می‌کند و نهایتا آب گرم تولید شده در گرمایش مرکزی به مخزن ذخیره، پمپ می‌شود.

راندمان کل یک پیل سوختی در حالت ایده‌آل عموما بین ۸۲ الی ۹۴ درصد است که البته به دلیل تلفات اهمی ناشی از قطبش غلظت و قطبش اکتیواسیون راندمان آن کمتر می‌شود. جدول (۱) مشخصات کلی سیستم‌های mCHP با به کارگیری پیل سوختی را بیان می‌کند.

مزایای عضویت در انجمن

برخورداری از ۱۰ درصد تخفیف در دوره‌های آموزشی انجمن ■ دریافت خبرنامه انجمن ■ برخورداری از ۱۰ درصد تخفیف در ثبت‌نام کنفرانس گرمایش، سرمایش و تهویه مطبوع ■ امکان استفاده از خدمات جدید انجمن مانند تورهای صنعتی و بازدیدهای آموزشی

خبرنامه انجمن علمی - مهندسی حرارتی و برودتی ایران آماده دریافت مطالب و پیشنهادات کارشناسان صنعتی و محققان دانشگاهی است. علاقمندان می‌توانند مطالب خود را به پست الکترونیکی info@irshrae.ir ارسال فرمایند.

علاقه‌مندان جهت عضویت در انجمن و دریافت فرم‌های مربوطه به وب‌سایت www.irshrae.ir مراجعه فرمایند.

خبرنامه داخلی انجمن علمی - مهندسی حرارتی و برودتی ایران

■ مدیرمسوول: دکتر عبدالرزاق کعبی‌نژادیان
■ سردبیر: دکتر مصطفی مافی
■ مشاور عالی: مهندس محمدحسین دهقان
■ ناشر: نشر یزدا و گروه نشریات

■ آدرس: تهران، شهرک قدس، بلوار شهید دادمان، جنب بزرگراه یادگار امام، پژوهشگاه نیرو، ساختمان معاونت امور انرژی، طبقه همکف، اتاق ۱۸.
■ تلفکس: ۸۸۰۹۱۵۳۹