



دانشنامه مرجع مهندسی ایران

Iran Engineering Reference Encyclopedia

www.Smsm.ir



موتورهای استرلینگ

مقدمه:

موتور استرلینگ موتورهای گرما- کاری هستند که حرارت را تبدیل به جنبش می کنند و نسبت به موتور بنزینی و دیزلی کارآیی بیشتری دارند. امروزه چنین موتورهایی برای موردهای خاص استفاده می کنند مثل زیر دریایی یا قایق خصوصی. گازهایی که درون موتور استرلینگ استفاده می شود هرگز از موتور خارج نمی شوند. در چنین موتورهایی هیچ احتراقی صورت نمی پذیرد، هیچ آگزوزی وجود ندارد و هیچ صدای انفجاری شنیده نمی شود به همین دلیل چنین موتورهایی فاقد صدا هستند. این موتورها از منبع گرمایی خارجی مثل آتش استفاده می کنند. گرما به گاز درون سیلندر گرم شده اضافه می شود. همین امر سبب ایجاد فشار می گردد و پیستون را به سمت پائین می برد. زمانی که پیستون راست پائین می رود پیستون چپ به سمت بالا برده می شود. سپس گاز گرم را به سیلندر خنک شده وارد می نماید که خیلی سریع گاز را خنک می سازد و فشار آنرا پائین می آورد. پیستون سیلندر خنک شده گاز را، فشرده می سازد. گرمای ایجاد شده توسط چنین فشرده سازی توسط منبع خنک سازی خارج می گردد. موتور استرلینگ فقط نیرو را در مدت بخش اولیه چرخش بوجود می آورد. دو روش اساسی جهت افزایش نیروی خارجی چرخه استرلینگ وجود دارد: در مرحله اول، فشار گاز گرم شده بر پیستون فشار وارد می آورد. افزایش فشار در این مرحله نیروی خارجی موتور را افزایش می دهد. یک روش افزایش فشار، افزایش درجه حرارت گاز است.

موتورهای استرلینگ چگونه کار می کنند؟

موتور استرلینگ یک موتور حرارتی است که اختلاف زیادی با موتورهای احتراق داخلی در اتومبیل دارد که در سال ۱۸۱۶ توسط رابرت استرلینگ اختراع شد. موتور استرلینگ قابلیت بازدهی بیشتری نسبت به موتورهای بنزینی و دیزلی دارد.

اما امروزه موتورهای استرلینگ فقط در برخی کاربردهای خاص مانند زیر دریاییها یا ژنراتورهای کمکی در قایق ها که عملکرد بی صدا مهم است استفاده می شود. اگر چه موتورهای استرلینگ به تولید انبوه نرسید اما برخی اختراعات پر قدرت با این موتور کار می کند.

موتورهای استرلینگ از چرخه استرلینگ استفاده می کند که مشابه چرخه های استفاده شده در موتورهای احتراق داخلی نیست.

• گاز استفاده شده در داخل موتورهای استرلینگ هیچ وقت موتور را ترک نمی کند و مانند موتورهای دیزل و بنزینی سوپاپ دود که گازهای پر فشار را تخلیه می کند و محفظه احتراق وجود ندارد. به همین

علت موتورهای استرلینگ بسیار بی صدا هستند .

• چرخه استرلینگ از یک منبع حرارتی خارجی که می تواند هر چیزی از بنزین و انرژی خورشیدی تا حرارت ناشی از پوسیدگی گیاهان باشد استفاده کند و هیچ احتراقی داخل سیلندرهاى موتور رخ نمى دهد .
 صدها راه وجود دارد که یک موتورهای استرلینگ ایجاد کنیم. در این مقاله ما درمورد چرخه استرلینگ و چگونگی کار انواع مختلف این موتور مطالبی می آموزیم .

چرخه استرلینگ :

قاعده اصلی کار موتور استرلینگ این است که مقداری گاز داخل موتور محفوظ شده است . چرخه استرلینگ شامل یک سری رویداد است که فشار گاز داخل موتور را تغییر می دهد و سبب ایجاد کار می شود . چند خاصیت مهم گاز وجود دارد که برای عملکرد موتورهای استرلینگ مهم است :

• اگر مقداری گاز محبوس در یک حجم ثابت از فضا داشته باشید و شما به آن گاز حرارت بدهید ، فشار گاز افزایش خواهد یافت .

• اگر مقداری گاز محبوس داشته باشید و آن را فشرده کنید (حجم آن را در فضا کاهش دهید) ، دمای آن گاز افزایش خواهد یافت .

اجازه دهید به هر کدام از مراحل سیکل استرلینگ ، هنگامی که به موتور ساده شده استرلینگ نگاه می کنیم برویم .

موتور ساده شده ما از دو سیلندر استفاده می کند . یک سیلندر به وسیله ی یک منبع خارجی گرم ، گرم می شود (مثل آتش) و دیگری به وسیله ی یک منبع سرد خارجی ، سرد می شود (مثل یخ) . محفظه گاز دو سیلندر به هم متصلند ، و پیستون ها به طور مکانیکی به وسیله ی یک اتصال که چگونگی حرکت آنها را معین می کند به یکدیگر متصلند .

دو پیستون در انیمیشن بالا تمام مراحل سیکل را انجام می دهند .

سیکل استرلینگ ۴ مرحله دارد :

1- حرارت به گاز داخل سیلندر گرم منتقل می شود (چپ) و سبب ایجاد فشار می شود این فشار پیستون را مجبور می کند تا به سمت پایین حرکت کند و این قسمتی از سیکل استرلینگ است که کار انجام می دهد .

2- هنگامی که پیستون راست به طرف پایین حرکت میکند پیستون چپ بالا می آید . این جابجایی گاز داغ را به داخل سیلندر سرد می راند ، که به سرعت گاز داخل منبع سرد را ، سرد می کند و فشار آن

کاهش می یابد. این عمل فشرده کردن گاز را در قسمت بعدی سیکل ساده تر می کند.

3- پیستون داخل سیلندر سرد (راست) شروع به فشرده کردن گاز می کند و گرمای تولید شده توسط این متراکم سازی به وسیله ی منبع سرد حذف می شود.

4- هنگامی که پیستون چپ پایین می رود پیستون سمت راست بالا می آید. این عمل گاز را به داخل سیلندر گرم می راند، که به سرعت گرم شده و فشار ایجاد می کند. در این هنگام سیکل تکرار می شود. موتور استرلینگ فقط در طول مرحله اول سیکل نیرو تولید می کند. در این جا دو روش برای افزایش قدرت خروجی از سیکل استرلینگ وجود دارد:

• افزایش قدرت خروجی در مرحله اول: در مرحله اول سیکل، فشار گاز گرم، پیستونی که کار انجام می دهد را می راند، افزایش فشار در طول این قسمت از سیکل قدرت خروجی موتور را افزایش می دهد. یک راه افزایش فشار، افزایش دمای گاز است. هنگامی که ما بعداً به دو پیستون موتور استرلینگ در این مقاله نگاه کنیم خواهیم دید که چگونه یک وسیله که ریجناتور نامیده می شود قدرت خروجی موتور را به وسیله ی حرارت ذخیره شده ی لحظه ای بهبود می بخشد.

• کاهش قدرت استفاده شده در مرحله ۳: در مرحله سوم سیکل، پیستون روی گاز کار انجام می دهد و از قسمتی از کار ایجاد شده در مرحله اول استفاده می کند. کاهش فشار در طول این مرحله از سیکل، می تواند قدرت استفاده شده در این مرحله را کاهش دهد (و به طور موثر قدرت خروجی افزایش می یابد). یک راه کاهش فشار سرد کردن گاز در دمای پایین تر است.

این بخش سیکل ایده آل استرلینگ را توضیح داد. کار واقعی موتور به دلیل محدودیتهای طراحی فیزیکی مقداری با سیکل ایده آل اختلاف دارد.

در دو قسمت بعدی ما نگاهی به دو نوع مختلف موتورهای استرلینگ می کنیم. تحلیل نوع جابجا شونده موتور ساده تر است بنابراین ما این نوع را شروع می کنیم.

نوع جابجا شونده موتور استرلینگ :

به جای داشتن دو پیستون، نوع جابجا شونده یک پیستون دارد که جابجا می شود. جابجا کننده برای کنترل موقعی که مخزن گاز گرم و یا موقعی که سرد است به کار می رود. این نوع موتور استرلینگ اغلب به صورت نمایشی در کلاس درس استفاده می شود. شما حتی می توانید قطعات آنرا برای سر هم کردن بخرید.

به عبارتی حرکت موتور بالا مستلزم یک اختلاف دما بین بالا و پایین سیلندر بزرگ است. در این مورد، اختلاف بین دمای دستتان و هوای اطراف آن برای چرخش موتور کافی است

در این موتورها

1- پیستون قدرت: که پیستون کوچکتر در بالای موتور است و به طور محکم محفوظ شده است و به علت انبساط گاز داخل موتور بالا می آید .

2- جابه جا کننده: که پیستون بزرگ در تصویر است. این پیستون در داخل سیلندر بسیار آزاد است بنابراین هوا به سادگی بین قسمت گرم و سرد موتور هنگامی که پیستون بالا و پایین می رود می تواند حرکت کند .

جابه جا کننده بالا و پایین می رود تا گاز داخل موتور گرم و سرد شود. دو موقعیت برای این حالت وجود دارد:

- هنگامی که جابه جاکننده نزدیک بالای سیلندر بزرگ است بیشتر گاز داخل موتور توسط منبع گرم ، گرم و منبسط شده است و فشار ایجاد شده در داخل موتور، نیروی بالا بردگی پیستون را ایجاد می کند.
- هنگامی که جابه جاکننده نزدیک کف سیلندر بزرگ است بیشتر گاز داخل موتور سرد و متراکم شده است که سبب افت فشار می شود و پایین آمدن پیستون قدرت را ساده تر می کند و گاز فشرده می شود

موتور مکررا گاز گرم و سرد می کند و از گاز منبسط و منقبض شده انرژی دریافت می کند. ما نگاهی به موتور استرلینگ دو پیستونه خواهیم داشت .

موتور استرلینگ دو پیستونه :

در این موتور ، سیلندر به وسیله ی مشعل خارجی گرم می شود . سیلندر سرد با جریان هوا سرد شده و در آن بالا و پایین می رود تا به فرایند سرد شدن کمک کند . میل رابط هر پیستون به یک دیسک کوچک متصل است که در حال چرخیدن به یک فلاپیول بزرگ متصل است و هنگامی که نیرویی توسط موتور تولید نمی شود باعث تداوم حرکت پیستون می شود.

۱- در قسمت اول سیکل ، فشار تولید می شود و پیستون را به حرکت به سمت چپ مجبور می کند و کار صورت می گیرد . پیستون سرد چون در موقعیتی است که در حرکت خود تغییر جهت خواهد داد تقریبا ساکن باقی می ماند.

۲- در مرحله بعدی ، هر دو پیستون حرکت می کنند ، پیستون گرم به سمت راست و پیستون سرد به سمت بالا حرکت می کند . این عمل گاز را بیشتر به سمت رجیناتور و پیستون سرد حرکت می دهد . رجیناتور وسیله ای است که به طور موقت حرارت را می تواند ذخیره کند و از شبکه سیمی که گاز گرم از بین آن عبور می کند ساخته شده است . سطح بزرگ شبکه سیمی، حرارت را جذب می کند و آن را به

آرامی به محیط سرد می دهد .

۳- پیستون در سیلندر سرد شروع به متراکم کردن گاز می کند . گرمای ایجاد شده توسط این تراکم به واسطه ی سطح سرد از بین می رود .

۴- در آخرین مرحله سیکل هر دو پیستون حرکت می کنند ، هنگامی که پیستون گرم به سمت چپ حرکت می کند پیستون سرد به سمت پایین حرکت می کند .

این عمل گاز اطراف رجیناتور (جایی که در طول سیکل قبلی گرما را ذخیره کرده بود) را به داخل سیلندر گرم می راند . در این لحظه سیکل دوباره تکرار می شود .

شما ممکن است از اینکه هیچ درخواستی برای تولید انبوه موتور استرلینگ نبوده است تعجب کرده باشید .

در بخش بعدی ما به برخی دلایل آن اشاره می کنیم .

چرا موتورهای استرلینگ متداول نیستند؟

دو ویژگی وجود دارد که ساخت موتورهای استرلینگ را برای استفاده در بسیاری از کاربردها مانند بسیاری از ماشین ها و کامیون ها غیر عملی می کند .

به دلیل اینکه منبع حرارت در خارج است برای موتور مقداری طول می کشد تا به تغییرات گرمایی داخل سیلندر عکس العمل نشان دهد. برای انتقال حرارت بین دیواره های سیلندر و گاز داخل موتور زمانی صرف می شود . این بدین معناست که:

•موتور قبل از اینکه کار مفید را ایجاد کند به مقدار زمانی نیاز دارد تا گرم شود .

•موتور نیروی خروجی اش را نمی تواند به سرعت تغییر دهد .

این نقایص باعث شده است که این موتور با موتورهای احتراق داخلی اتومبیل جایگزین نشود. هر چند که وجود موتور استرلینگی که به ماشین هیبریدی نیرو می دهد امکان پذیر است .

موتورهای استرلینگ علیرغم مزایای ویژه ای که نسبت به موتورهای احتراق داخلی دارند، دارای این عیب عمده هستند که به خاطر نحوه انتقال انرژی گرمایی، توان مورد نیاز را با تاخیر تامین می کنند.

کندی عکس العمل موتورهای استرلینگ در مقابل تغییرات بار ورودی باعث محدودیت کاربردهای صنعتی آنها خاصه در مواردی که نظیر خودرو، نیاز به تغییرات سریع بار وجود دارد گردیده است. مقاله

حاضر روشی را برای این حل مشکل در کلاس وسیعی از موتورهای استرلینگ ارائه می نماید. در این مقاله طراحی سیستم کنترلی، بر روی مدل ریاضی غیر خطی موتور استرلینگ نوع گاما که با استفاده از

نتایج تجربی به دست آمده، اعمال شده است. سیستم کنترلی پیشنهادی بر مبنای تنظیم دو عامل دما و فشار به عنوان ورودی های کنترلی طراحی و ارایه شده است. نشان داده شده است که این سیستم دو ورودی - یک خروجی، توانایی پاسخگویی به تغییرات سریع توان را دارد.

در موتورهای استرلینگ، علت اصلی کندی عکس العمل موتور نسبت به تامین توان مورد نیاز آن است که تامین انرژی سیستم به وسیله انتقال انرژی حرارتی از طریق پوسته گرمکن به گاز عامل داخل سیلندر انجام می شود. چون انتقال انرژی حرارتی از طریق پوسته به کندی انجام می شود، برخلاف اکثر سیستمهای کنترلی، در موتورهای استرلینگ عملگر سیستم خود دارای بیشترین تاخیر زمانی است. ، به منظور افزایش سرعت عکس العمل موتور استرلینگ به تغییرات توان مورد نیاز، علاوه بر ورودیهای کنترلی دما و فشار، سرعت پیستون جابجایی نیز در نظر گرفته شده است.

به این ترتیب، سیستم کنترلی نخست در شرایط دما ثابت، براساس توان مورد تقاضا، از جداول سرعت-توان، سرعت مناسب موتور را انتخاب می نماید. این سرعت در ابتدا توسط یک موتور الکتریکی کمکی DC تامین می شود. سپس، با مقایسه سیگنال خروجی، توان حاصله با توان مورد نیاز، فرامین کنترلی برای تنظیم فشار و دمای گاز عامل تعیین می شوند. در مدلسازی موتور استرلینگ فرض ایزوترم بودن فرایند حذف شده است تا رفتار مدل به موتور واقعی نزدیکتر باشد. نتایج شبیه سازی سیستم مدار بسته با کنترلر طراحی شده نشان دهنده افزایش موثر سرعت عکس العمل موتور است. همچنین، نشان داده شده که سیستم کنترلی در مقابل اغتشاشات خارجی و داخلی نیز مقاوم است. این اغتشاشات به صورت تغییر در دمای منبع سرد و تغییر در پارامترهای سیستم اعمال شده است. به دلیل ثابت بودن گشتاور موتورهای استرلینگ در محدوده وسیعی از سرعت، در سیستم کنترلی فرض شده راندمان موتور کمتر دستخوش تغییر می شود

دانشمندان تلاش میکنند موتورهای گرمایی را به بالاترین بازده ممکن یعنی بازده کارنو (بازدهی که موتور گرمایی بتواند بدون اتلاف انرژی در جهت عکس(یخچال) هم کار کند یعنی یخچالی که به همان خوبی ای که یخچال است بتواند موتور هم باشد یا بر عکس!) برسانند. موتور استرلینگ نمونه عینی قانون ترمودینامیک در مورد موتورهای گرمایی است (حتی بهتر از موتور بخار پیستونی) چون دقیقاً همان تعاریفی که در ترمودینامیک از آن می شود را می توان بدون هیچ تغییری در مورد موتور استرلینگ به کار برد(مثلاً موتورهای چهار زمانه کار براتوری مرحله تخلیه را مترادف بامرحله سرد شدن گاز

محبوس!) در ترمودینامیک گاز کاری یا سیستم درون استوانه ای محبوس شده و هیچ ارتباط مستقیمی با محیط بیرون ندارد ضمن اینکه در شرایط ایدئال همیشه گاز در تعادل (شرایط استاندارد) است در نظر می گیریم) ولی در موتور استرلینگ واقعاً گاز محبوس را سرد می کنیم و احتیاج به هیچگونه تطبیق دادن فرایند ها و فرض انگاری نیست.

پس موتور استرلینگ برای یاد گیری اصول ترمودینامیک مدلی بسیار عالی است به همین خاطر در کشورهای غربی برای یادگیری بهتر اصول ترمودینامیک دانش آموزان را با این موتورها آشنا می کنند و مثلاً دانش آموزان ترغیب می شوند که خودشان با وسایل ابتدایی مانند قوطیهای کنسرو... کار دستی هایی از موتورهای استرلینگ بسازند وقتی بچه ها می بینند موتوری که با دست خودشان ساخته اند و سر کلاس معلم قواعد حاکم بر آن را توضیح داده واقعاً کار می کند اشتیاق به یادگیری زیادی درونشان به وجود می یابد.

به عنوان یک مدل می توان گفت یخچال شما توسط یک موتور استرلینگ کار می کند.

قبلاً گفته بودم که پمپها و موتورهای شیمیایی و به طور کلی انبساطی دارای اصول کار کرد یکسانی هستند واقعاً مهیج است وقتی می بینید مطالب تئوری اینگونه و بدون هیچ اشتباه و خطایی به عمل تبدیل می شوند صرفاً با چند فرمول و قاعده که بر مبنای اصول ریاضی است در اکثر مورد وسیلههای اختراع می شود و سپس قوانین و فرمولها برای توجیه رفتار آن کشف می شوند ولی اینکه از رابطه یا فرمولی وسیله ای ساخته شود کاری به مراتب مشکلتر است و فقط از پس افراد خاصی بر می آید...

موتور دیزلی تنها در محلی که هوا وجود دارد، می تواند کار کند. موتور دیزلی، صدایی بسیار بلند تولید می کند که برای زیردریایی بسیار نامناسب است. زیردریایی ها در هنگام غوطه ور شدن، از باتری هایی که تنها برای یک روز قابلیت شارژ دارند، استفاده می کنند. موتورهای اتمی این محدودیت ها را ندارند، اما شرکت سوئدی تولید کننده زیردریایی کوکافر AB راه حل دیگری را پیشنهاد می کند. این سازنده، موتورهای استرلینگ را درون تولیدات خود نصب می کند. این موتورها نیروی لازم را برای نیازهای الکتریکی زیردریایی ها فراهم می کنند. این طرح موتور نیازی به هوا ندارد و در همین حال دیزلی است و ذخیره اکسیژن را با خودش حمل می کند. به گفته لارس لارسون، مدیر بخش استرلینگ شرکت، این زیردریایی می تواند هفته ها زیر آب بماند. برخلاف موتورهای دیزلی دیگر، موتور استرلینگ بسیار بی سروصدا کار می کند. موتور استرلینگ در نوع خود پدیده ای شگرف است، شاید به این دلیل است که تعداد کمی از آنها در اطرافمان وجود دارند. هنگامی که این گونه موتور اختراع شد، در قیاس با

موتورهای بخار امنیت بیشتری داشت، اما با ظهور موتورهای درون سوز از وجهه آنها کاسته شد. با این حال، آنها هیچ گاه از رده خارج نبوده اند. سیکل استرلینگ در اسباب بازی های ساخت شرکت «آمریکن استرلینگ»، با گرمای دست کار می کنند. موتورهای استرلینگ در خنک کننده های انجمادی و تولید نیرو در بخش های خاصی از صنعت به کار می روند، اما در ماه های اخیر، خبرهایی به گوش می رسد که نشان دهنده فزونی توجه به این موتورها است. توسعه دهندگان موتورهای استرلینگ می گویند که موتورهای آنها بازده انرژی بالایی دارند و دوام آنها از دیگر انواع موتورهای با کارکرد یکسان بیشتر است. این موتورها ساکت و آرام کار می کنند، زیرا سیکل های استرلینگ برخلاف موتورهای درون سوز، نیازی به انفجار سوخت برای به حرکت درآوردن پیستون ها ندارند. تنها نیاز آن حرارت دائمی است. تفاوتی ندارد که این حرارت از آتش مواد نفتی، شیمیایی، واکنش هسته ای و یا نور خورشید گرفته شده باشد. هنگامی که دکتر رابرت استرلینگ در سال ۱۸۱۶ موتوری را که اکنون به نام او خوانده می شود، به ثبت رسانید، انتظار داشت نتیجه ای درخور از تلاش های خود بگیرد. قصد او این بود که راه حل جانشین امنی برای بویلرهای بخاری که بر اثر ساخت بد مخازن، کارکنان اطراف آن را به کشتن می داد، بیابد. گازی که درون سیلندر محبوس نگه داشته می شود، به تدریج گرم و سرد می شود تا پیستون را به حرکت درآورد. همانند موتور بخار، منبع حرارت بیرون از سیلندر قرار داده می شود، اما فشار داخل آن بسیار کمتر از موتورهای بخار است. با ظهور استیل بسمر، کارآیی و ایمنی دیگ های بخار بهبود یافت و ایده استرلینگ کم رنگ تر شد. موتورهای استرلینگ برای ساخت به ماشین کاری دقیق نیاز دارند و در مقایسه با ماشین های بخار نیروی کمتری تولید می کنند. درست هنگامی که دنیا در حال گذار از دوران دیگ های بخار به دوران موتورهای درون سوز بود، ایراد بزرگ زمان طولانی گرم کردن موتور استرلینگ آن را در حاشیه قرار داد. شرکت استرلینگ تکنولوژی چند پروژه فضایی و زمینی دارد که با استفاده از همین موتورها انرژی لازم را برای این پروژه ها فراهم می کند. یکی از این ژنراتورها برای ناسا ساخته شده است. این ژنراتور ویژگی های بازده بالا و کارکرد درازمدت را که برای یک کاوشگر ژرفنای فضا حیاتی هستند، فراهم می آورد. یک مجموعه تست با خروجی ۱۰ وات که با این موتورها کار می کند، آگوست گذشته ۶۰۰/۸۷ ساعت کار مداوم را که معادل ۱۰ سال کار بدون نیاز به تعمیرات و کاهش کارآیی است، رد کرد. به گفته موسس این شرکت، این سیستم تست به وسیله منبع حرارتی الکتریکی نیرودهی می شود، اما خود سیستم به گونه ای طراحی شده است که بتواند در فضا به وسیله یک رادیو تلسکوپ تغذیه شود. این موضوع سوژه مقاله ای بود که در سال ۱۹۹۶ در شماره فوریه مجله مهندسی مکانیک به چاپ رسید. عنوان مقاله «موتورهایی که هرگز خورده نمی شوند» بود. هرگز زمان زیادی است، البته ۱۰ سال کار بدون وقفه هم زمان زیادی است. یکی از ویژگی های موتورهای استرلینگ امروزی این است که

اجزایی که مالش دائم روی یکدیگر داشته باشند، ندارند. پیستون لقی ۲۵ میکرومتری درون سیلندر را دارد و یاتاقان های منحنی، به ویژه دیسک های فلزی با چاک های مارپیچی به خوبی مهار می شوند. آنها از طرفین صلب هستند و پیستون را در مرکز نگاه می دارند. با حرکت پیستون آنها نیز حرکت نرم و خمیده ای را انجام می دهند. پیستون یک آلترناتور خطی را به حرکت در می آورد. هیچ اتصالی برای تبدیل حرکت خطی به دورانی صورت نمی گیرد. موتور و ژنراتور هر دو درون یک محفظه گرد آمده و ایزوله شده اند. ایزولاسیون محفظه به دلیل انتخاب گاز هلیوم به جای هیدروژن درون موتور است.

هزینه هلیوم بالاتر است، اما برای این شیوه طراحی بهتر جواب می دهد. هیدروژن به طور اجتناب ناپذیری از فلز داغ تراوش می کند و به طور نامحسوسی انرژی را در سیستم به هدر می دهد. هلیوم برای سرهای هیترها شکنندگی ایجاد نمی کند و مشکلات مربوط به ایمنی حمل و نقل هیدروژن را ندارد.

«استرلینگ تکنولوژی می گوید که در حال حاضر در حال تولید ژنراتورهای ۱۰ وات و ۵۵ وات است و پیش بینی می شود که در مجموع ۴۰ سیستم را در ظرف سه سال آینده به دست مشتریان برساند. پروژه دیگری که این شرکت سرگرم کار روی آن است، یک ژنراتور متحرک برای ارتش است. این ژنراتور دیزلی، آب گرم مورد نیاز برای آشپزخانه صحرایی و یک کیلووات الکتریسیته را فراهم خواهد آورد. یک شرکت هلندی به همراه موسسه ای تحقیقاتی از همان کشور، سیستمی مشابه برای مصارف خانگی ساخته اند. سیستم شرکت اناک از یک دیگ تشکیل شده است که بخشی از انرژی حرارتی را برای تولید الکتریسیته به کار می گیرد. تا به حال ۱۰ دستگاه از آن در خانه های دورافتاده نصب شده اند.

شرکت مجزای دیگری به نام سیستم های انرژی استرلینگ به همراه آزمایشگاه های ملی سانديا از دیش های کولکتور برای متمرکز کردن نور خورشید استفاده می کنند تا بتوانند حرارت مورد نیاز برای یک سیستم ژنراتور استرلینگ را فراهم کنند. به گفته باب لیدن، مدیر سیستم های انرژی استرلینگ، ژنراتورهای استرلینگ هر یک به تنهایی می توانند حداکثر ۲۵ کیلووات، از یک دیش ۹۰ متری تولید کنند. چنین مساحتی ۹۰/۰۰۰ وات انرژی خورشیدی را جذب می کند و در نتیجه نرخ بازده ۳۰ درصد است. برای مقایسه، پانل های فتوولتاییک موجود در بازار، که نور خورشید را به طور مستقیم به الکتریسیته تبدیل می کنند، بازده هایی کمتر از ۱۵ درصد دارند. سیستم های فتوولتاییک با قدرت یک کیلووات که نور خورشید را متمرکز می کنند و بازده بالای ۲۵ درصدی دارند نیز، به بازار آمده اند.

دیش شرکت استرلینگ انرژی M ۲۰ ۹۰ نور خورشید را روی مساحتی به قطر معادل ۲۰ سانتی متر متمرکز می کند تا موتور استرلینگ چهار پیستونی که یک ژنراتور دورانی را به راه می اندازد، تغذیه کند. شرکت دیگری که نیروگاه های تولید الکتریسیته دارند نیز، به گونه ای دیگر از این موتورها استفاده می

کنند. سوختی که این موتورها را گرم می کند، از نفت سبک همراه با اسیدهای چرمی که از کارخانه های روغن گیاهی گرفته می شوند، تشکیل شده است. این عصاره های پسماندهای روغن گیاهی، قیمت کمی دارند و معمولاً در مخازن ذخیره می شوند. این شرکت امیدوار است که بتواند ۳۰ درصد از هزینه ۷/۱ میلیون دلاری پروژه را با دریافت کمک های ایالت نیوجرسی برای به کارگیری انرژی های بازگشت پذیر و پاکیزه جبران کند. سوختی که شرکت آرهوس استفاده می کند، برای موتورهای درون سوز کنونی بسیار خورنده است، اما در موتورهای استرلینگ به خوبی جواب می دهد، زیرا محصولات احتراق با هیچ یک از قطعات متحرک موتور تماس ندارند. تعمیرات و نگهداری شامل روان کاری و تعویض سیالات روانکاری، تعویض رینگ های پیستون ها، کار تریچ های پوشش میله ها و دیگر اجزایی است که در عوض هر ۱۰/۰۰۰ ساعت کار ۱۶ ساعت زمان می برد. سخن آخر این که موتورهای استرلینگ در ۱۹۰ سال زمان پیدایششان نه هرگز از رده خارج شده اند و نه جایگاه مستحکمی یافته اند. در کتاب ها و سایت های مربوط به صنعت همواره از این موتورها یاد می شود. شرکت هایی هم در تلاشند تا با تولید انبوهی از محصولات استرلینگی وارد بازار تولید انرژی خانگی تجاری شوند . سازندگان این موتورها همواره شعار «سبزتر، ساکت تر و خارق العاده تر» را سر می دهند و اگر این موتورها فراگیر شوند، شاید همگان بهتر به آنها عادت کنند.