مجله مهندسی زیست سامانه

امکان سنجی بکارگیری سامانه فن الکتریکی به جای پروانه متداول در سامانه خنک کننده موتور دیزل

امیر ذوالفقاری[۱] و داود محمدزمانی [۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۲

چکیده:

امروزه صنعت خودروسازی و به ویژه تراکتورسازی به منظور اهمیت کاهش منابع سوخت فسیلی، نیازمند طراحی و ساخت خودروهایی با مصرف سوخت کم می‌باشند. یکی از بهترین راه حل‌ها برای رسیدن به این امر، کم کردن اتلاف انرژی‌های مختلف در مولد قدرت (موتور) خودرو است. هدف کلی از بکارگیری سامانه خنک کاری الکتریکی(فن) به جای مکانیکی(پروانه) به همین منظور می‌باشد. با جایگزینی فن برقی جهت خنک‌کاری رادیاتور می‌توان با حذف انرژی اخذ شده از میل لنگ توسط پروانه مکانیکی، راندمان خنک‌کاری را بالا برده و اتلاف توان مفید موتور را تا حدودی کاهش داد. لذا پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی است. زمانی که فن الکتریکی نیروی دورانی خود را از باتری بگیرد، از طرفی توان اصطکاکی و به تبع آن مصرف سوخت ساعتی و مصرف سوخت ویژه کاهش یافته و از طرف دیگر توان ترمزی و بازده حرارتی افزایش می‌یابد. این آزمون با تراکتور فرگوسن مدل MF285 متصل به دینامومتر سیگما ۵ انجام شده بطوریکه از هفت سرعت دورانی بحرانی موتور سنجش شد و نتایج حاصله بدین صورت بود که بیشترین تفاوت مصرف سوخت در سرعت دورانی ۱۱۰۰ دور بر دقیقه موتور و در جایی که گشتاور خروجی موتور و PTO بیشینه بود صورت گرفت. پس از نصب فن الکتریکی، مصرف سوخت ساعتی۰/۸۳ لیتر برساعت، مصرف سوخت ترمزی ۳۰ گرم بر کیلووات ساعت و بازده حرارتی سوختی ۴/۳ درصد بیشتر از سامانه پروانه مکانیکی بود. در ضمن بیشترین زمان گرم شدن موتور و رسیدن دمای آب به دمای بهینه و طبیعی کارکرد موتور با فن الکتریکی حدود ۲ دقیقه و ۱۵ ثانیه زودتر از پروانه مکانیکی بود که این امر خود کاهش استهلاک و سایش قطعات محرک و متحرک و افزایش عمر بهینه عملکردی روغن موتور را در بر دارد.

واژه‌های کلیدی: فن الکتریکی، مصرف سوخت، توان اصطکاکی، گرم شدن موتور، خنک کاری

مقدمه:

موازنه جریان‌های مختلف انرژی توسط پژوهشگران بسیاری همانند (Khovakh, 2001) در موتورهای احتراق داخلی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که میزان انرژی که از طریق انتقال حرارت از موتور دفع می‌شود، سهم عمده‌ای از کل انرژی است که به موتور داده می‌شوند که در برخی موارد (بخصوص در سرعت‌های دورانی کم) حتی بیشتر از کار خروجی موتور می‌باشد. به‌طور متوسط میزان انرژی دفع شده از طریق انتقال حرارت در حدود ۳۰ تا ۳۵ درصد کل انرژی ورودی به موتور را می‌تواند شامل شود. بنابر شرایط کارکرد موتور، شرایط هوادهی روی آن، تخلیه هوا از محفظه موتور و روغن‌کاری، دفع درصدی از این انرژی حرارتی بر عهده رادیاتور خواهد بود. البته در طراحی سامانه خنک‌کاری، ضریب اطمینان لازم برای اعمال این درصد در نظر گرفته می‌شود. (خواجوی، ۱۳۹۱) رادیاتور اتومبیل برای جلوگیری از جوش آوردن نیاز به جریان هوای اضافی عبوری دارد. جوش آوردن معمولا وقتی که دور موتور آرام و سرعت پایین باشد رخ می‌دهد. در سرعت‌های بالای خودرو جریان هوای عبوری از رادیاتور با حرکت به جلوی خودرو تمام نیازهای خنک کاری فراهم می‌شود. فن موتور یا فن خنک کاری هوا را به میان رادیاتور می‌کشد. همچنین ممکن است فن استفاده شده مکانیکی یا الکتریکی باشد که این خود بازده فن را افزایش می‌دهد.

در خودروهای محرک عقب که موتور در جهت طولی نصب شده، دارای فن مکانیکی می‌باشد که به پمپ آب متصل است.

[۱]- [۲] گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان، تاکستان، ایران
نویسنده مسؤول: dr.dmzamani@gmail.com

فن از ورق فولادی یا پلاستیک قالب‌گیری شده ساخته می‌شوند. فن دارای چهار تا هفت تیغه بوده که با پروانه پمپ آب به گردش در می‌آید. محافظ فن که در اطراف فن قرار گرفته، جریان هوا را هدایت می‌کند که این خود بازده فن را افزایش می‌دهد. موتورهای عرضی در خودروهای محرک جلو معمولا دارای فن الکتریکی می‌باشند. موتور الکتریکی تیغه‌ها را می‌گرداند. یک سوئیچ ترموستاتیکی فن را فقط زمانی که نیاز باشد روشن می‌کند. اصولا، زمانی که دمای مایع خنک کاری به ۷۰ الی ۸۰ درجه سلسیوس می‌رسد سوئیچ فن را روشن می‌کند. این سوئیچ زمانی که دمای مایع خنک کاری به زیر این دما افت کند خاموش می‌شود. با انجام آزمایش بر روی موتور دیزلی و موتور بنزینی، آزمایش‌ها با داشتن فن و بدون فن انجام شد. مشاهده شد که توان مصرفی توسط فن به صورت قابل توجهی بزرگ بوده و ۲ تا ۵ درصد از کل توان تولیدی موتور است. هر ذخیره‌ای در توان مصرفی فن مستقیما در ذخیره سوخت گرانبها اثر می‌گذارد. همچنین توان ترمزی موتور اشاره خواهد شد یا اینکه می‌تواند محاسبه گردد. (Chavan and Tasgonkar, 2013)

در همه موتورهای احتراق داخلی، گرمای تولیدی یک محصول فرعی از احتراق و اصطکاک است. این گرما می‌تواند به دمای بالاتر از ۱۹۲۵ درجه سلسیوس (۳۵۰۰ درجه فارنهایت) رسد و در نتیجه می‌تواند باعث خرابی در قطعات موتور شود. پیستون‌ها، سوپاپ‌ها و سرسیلندرها باید خنک شوند تا خطر خودسوزی کاهش یابد. درجه حرارت سیلندرها نیاز به کنترل دارد تا روغن موتور بتواند یک فیلم حفاظتی بر روی دیواره سیلندر به وجود آورد. همچنین روغن باید خنک شود تا راندمان آن کاهش نیابد. بعلاوه گرما و سرمای زیاد می‌تواند روی موتور اثر منفی داشته باشد. بنابراین سامانه خنک کاری می‌تواند برای مدیریت گرمای موتور استفاده گردد. سامانه خنک‌کاری باید دارای ساختار و عملکرد مناسبی داشته باشد که عمر مفید و عملکرد موتور افزایش یابد. سامانه‌های خنک‌کاری به دو دسته هوا خنک و آب خنک قابل تقسیم بندی است. سامانه‌های آب خنک خود به دو دسته مدار باز و مدار بسته طبقه‌بندی می‌گردد. پیشتر از سامانه‌های مدار باز در طراحی موتور استفاده می‌شد اما امروزه با افزایش قدرت، راندمان و سرعت موتورها، دیگر سامانه‌های مدار باز پاسخگوی نیاز موتور نبوده و سامانه خنک‌کاری مدار بسته ترجیح داده می‌شود. در تراکتورهای تولیدی ایران نیز از سامانه خنک‌کاری مدار باز استفاده می‌شود. در این سامانه مایع خنک کاری پس از جوش آمدن از طریق لوله سرریز رادیاتور از سامانه خنک کاری خارج می گردد. این امر معایب زیر را به همراه دارد.

توشار و همکاران(۲۰۱۴) به طراحی و تحلیل پروانه خنک‌کاری موتور پرداختند. آنها پروانه را طراحی کرده و به تحلیل مقاوت ساختاری آن با استفاده از روش اجزای محدود پرداختند.همچنین جریان هوای اطراف آن را با استفاده از روش محاسبات دینامیکی سیال (CFD) بدست آوردند. نتایج مشاهده شده از مطالعات آنالیزی پتانسیلی، طراحی موفق در اغلب پارامترهای طراحی بدست آورد. نراکی و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی پارامتری و آزمایشگاهی بر روی ضریب کلی انتقال حرارت مخلوط آب و نانوسیال اکسید مس تحت رژیم جریان آرام با عدد رینولدز بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ در رادیاتور خودرو پرداختند. نتایج آنها نشان داد که ضریب کلی انتقال حرارت با نانوسیال بیشتر از سیال پایه (آب) بود. همچنین ضریب کلی انتقال حرارت با افزایش درصد غلظت نانوسیال از ۰ تا ۴ درصد افزایش یافت. از غلظت ۰ تا ۴ درصد، ضریب کلی انتقال حرارت تا ۸ درصد افزایش یافت. یائیچی و همکاران(۲۰۱۴) به تحلیل سه‌بعدی اثر شدت جریان ورودی بر روی جریان مایع خنک‌کاری و عملکرد انتقال حرارتی تحت رژیم جریان آرام درون مبدل‌های حرارتی پره و لوله با محاسبات دینامیکی سیال پرداختند. نتایج محاسبات دینامیکی سیال آنها از اثر غیر یکنواختی شدت جریان بر روی بازدهی انتقال حرارتی حاکی بود. نتایج نشانگر این بود که افزایش ۵۰ درصدی در ضریب انتقال حرارت در مبدل حرارتی با جریان ورودی غیر یکنواخت وجود داشت. یاشویر سینگ و نیشانت سینگ به تحلیل تأثیر گرد و غبار بر روی عملکرد سامانه خنک‌کاری موتور خودرو پرداختند. آنها مدل ریاضیاتی و آزمایشگاهی خود را بهبود دادند. نتایج آنها نشان داد که هرچه درصد سطح مقطعی که با گرد و غبار پوشانده شود، دماها در ورودی و خروجی هر دو سیال (آب و هوا) بیشتر شد. تحلیل‌های آنها نشان داد که چنانچه سطح مقطعی برابر با ۱۰درصد از سطح کلی رادیاتور با شن و غبار پوشانده شود، افزایش دمای ۱/۷ درجه سلسیوسی در خروجی سمت آب‌خور را در بر داشت. مائو و همکارن (۲۰۱۳) به بررسی عملکرد ترموهیدرولیکی سمت هواخور در مبدل‌های حرارتی لوله و پره با چندین بادگیر پرداختند. آنها با روش حجم محدود FVM (finite volume method) مدل خود را بهبود بخشیدند. نتایج آنها نشان داد که به‌حساب آوردن ظرفیت افت فشاری مایع خنک‌کاری به اندازه توان مصرفی نظری پروانه بود.

پژوهش حاضر با بررسی امکان جایگزینی فن برقی بجای پروانه مکانیکی مرسوم در سامانه خنک کاری موتورهای دیزل، متغیرهای مصرف سوخت و بازده حرارتی را در دو حالت مورد مقایسه قرار داده است. بررسی زمان گرم شدن موتور و رسیدن دمای آب به دمای بهینه از دیگر موارد مورد بررسی در دو حالت

فوق بوده است.

مواد و روش‌ها

تراکتور مورد آزمایش مدل فرگوسن MF 285 بود. تراکتور از نوع تک دیفرانسیل با توان متوسط بوده که برای فعالیت‌های کشاورزی بکار می‌رود. موتور این تراکتور ساخت ایران (شرکت موتور سازان) با توان حداکثر ۷۵ اسب بخار در دور مشخصه ۲۰۰۰ دور در دقیقه است. در جدول ۱ مشخصات فنی موتور مورد استفاده در آزمون‌ها ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات فنی موتور مورد استفاده در آزمون‌ها

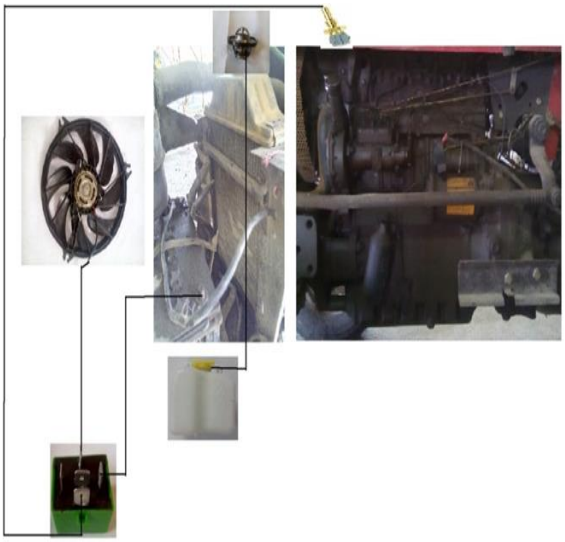
ساخت:	شرکت موتور سازان تبریز
مدل:	A ۴ /۲۴۸
طرح:	خطی- چهارزمانه- انژکتوری-
تعداد سیلندر:	آب خنک
کورس:	۴
قطر پیستون:	۱۲۷ میلیمتر
حجم سیلندر:	۱۰۱ میلیمتر
نسبت تراکم:	۴/۰۶ لیتر
توان اسمی:	۱ به ۱۶
دور مشخصه:	۷۵ اسب بخار
واتر پمپ	۲۰۰۰ دور در دقیقه
	گریز از مرکز

با تغییر مدار سامانه خنک‌کاری موتور مذکور از حالت باز به حالت بسته، نیاز به تغییر درب رادیاتور از نوع یک سوپاپه فشاری به نوع دو سوپاپه فشاری- خلائی بود. تغییر این درب از نوع معمولی یک سوپاپه فشاری که تنها قادر به تخلیه مایع خنک‌کاری بود و مشکل کمبود آب مدار خنک‌کاری را به همراه داشت برطرف نمود، بصورتی که از طرف دیگر توسط شیلنگی به مخزن انبساط مدار که پر از مایع خنک‌کاری بود ارتباط داشت. مزیت این ارتباط در جایی نمایان شد که سامانه چنانچه با خلاء به کمبود آب مواجه می‌شد سریعا از مخزن انبساط کمبود آب خود را جبران می‌کرد و همچنین زمانی که با افزایش فشار مواجه می‌شد مایع تحت فشار و در حال انبساط را به منبع انبساط تخلیه کرد.

به منظور بکارگیری تجهیزات در مدار خنک‌کاری موتور مذکور، بایستی هر کدام از لوازم در جایگاه خود نصب شود. جایگزینی پروانه الکتریکی به جای پروانه مکانیکی مستلزم باز نمودن پروانه مکانیکی و قرار دادن پروانه الکتریکی در جایی و در جلوی رادیاتور مس- برنجی بود.(شکل ۱). همچنین بادگیر از جای خود باز شد تا افت فشار اضافی به سمت بادخور رادیاتور تحمیل نکند. مخزن انبساط نیز در کنار رادیاتور تعبیه شد. در نهایت سیم‌کشی مدار الکتریکی فن متصل شدند.

هوادهی در سمت بادخور رادیاتور مستلزم این بود که فن در دور نامی خود به گردش در آید و مهم‌تر اینکه هوادهی زمانی رخ‌دهد که دمای موتور به دمای عملکردی بهینه رسیده و اتصال فشنگی برقرار شود. به همین دلیل خروجی فشنگی دمای آب موتور مستقیما به ورودی موتور پروانه الکتریکی متصل شد.

شکل ۱- مدار خنک‌کاری آزمایشی



شرایطی که برای آزمون موتور در نظر گرفته شد حالت دور ثابت بود. در این حالت و بعد از نصب موتور به دینامومتر (شکل ۲)، موتور به مدت ۱۵ دقیقه و در دور آرام گرم شد. سپس دوران موتور را تا دور نهایی تحت کنترل سوخت بالا برده و سریعا دینامومتر وارد عمل شد. سپس این کار را تا جایی ادامه دادیم که موتور به سمت خاموشی پیش‌رفت. اطلاعات خروجی دینامومتر به طور همزمان میزان توان مفید شفت PTO نسبت به دوران آن و در سمت دیگر دستگاه سوخت سنج مصرف سوخت طی آزمون بدست داد. برای هر دو حالت پروانه مکانیکی و پروانه الکتریکی شرایط و زمان آزمون یکسان بود. یعنی سنجش هر دو پارامتر توان PTO و مصرف سوخت در زمانی یکسان سنجیده شدند. در نهایت مدت زمان گرم شدن موتور در هر دو حالت مذکور اندازه‌گیری شد.

شکل ۲- الف- سمت راست جایگاه دستگاه دینامومتر ب- سمت چپ جایگاه تراکتور در کنار سوخت سنج

اندازه‌گیری دمای هوا و دمای آب مستلزم وجود دستگاه گرمانگار حرارتی برای اندازه‌گیری دمای هوا و دستگاه گرمانگار لیزری برای سنجش دمای آب موتور بود. نحوه عملکرد این دو دستگاه بدین‌صورت بود که برای گرمانگار حرارتی کافی بود تا دکمه روشن‌شدن آن فشرده شود تا دما و رطوبت آن محیط را در صفحه مانیتور خود نشان دهد. برای گرمانگار لیزری، نور لیزر آن را به محل مورد نظر که آب موجود در محل درب رادیاتور موتور درحال کار بود پرتاب شد تا دمای آب بر روی صفحه مانیتور آن نمایان شود. در شکل۳ هر دو سنجش دمای هوا و دمای آب با دو دستگاه مذکور نشان داده شده است.

شکل ۳- الف- سنجش دمای آب موتور با گرمانگار لیزری ب- سنجش دمای هوای آزمایشگاه توسط گرمانگار حرارتی

نتایج

تأثیر توان ترمزی بر دور موتور

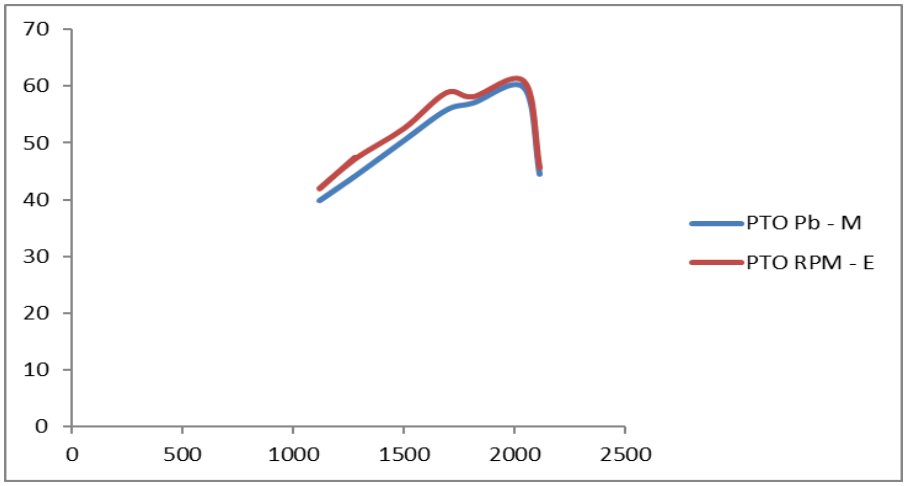
با تغییر سرعت دورانی موتور و افزایش آن، گشتاور و توان ترمزی موتور به تبع آن تغییر کرد. در این آزمون و تحت شرایط باردهی به موتور، نمودارهای توان ترمزی نسبت به چندین دوران که گشتاور و توان حداکثر بوده و پنج دور موتور انتخابی دیگر بین حداکثر گشتاور و حداکثر سرعت دورانی و همچنین حداکثر سرعت دورانی در محدوده گاورنر انتخاب گردیدند. این هفت دوران شامل دورهای ۱۱۲۰، ۱۲۸۰، ۱۵۰۰، ۱۶۹۰، ۱۸۱۰، ۲۰۴۰ و دوران ۲۱۱۰ دور بر دقیقه موتور می‌شد. دوران‌های متفاوت از خروجی PTO نیز طی آزمون ثبت گردیدند که آنها را در جدوال ثبت اطلاعات آزمون موتور داریم. گفتن این نکته

نیز حائز اهمیت است که بین دوران‌های ۱۱۰۰ تا ۱۸۰۰ دور بر دقیقه، اختلاف معنی‌داری بین توان ترمزی موتور با پروانه محرک الکتریکی نسبت به پروانه محرک مکانیکی اولیه وجود داشت و توان خروجی بهتری بدست داده شد.

بررسی تأثیر توان ترمزی نسبت به دور موتور

توان خروجی پروانه محرک الکتریکی که با رنگ قرمز مشخص شده است، توان خروجی مقدار بیشتری را نشان می‌دهد. ولی در دوران نزدیک ۲۰۰۰ دور بر دقیقه و بیشتر از آن، تفاوت توان کاهش کمتری داشت. (شکل ۴

شکل۴- تغییرات توان ترمزی نسبت به دور موتور



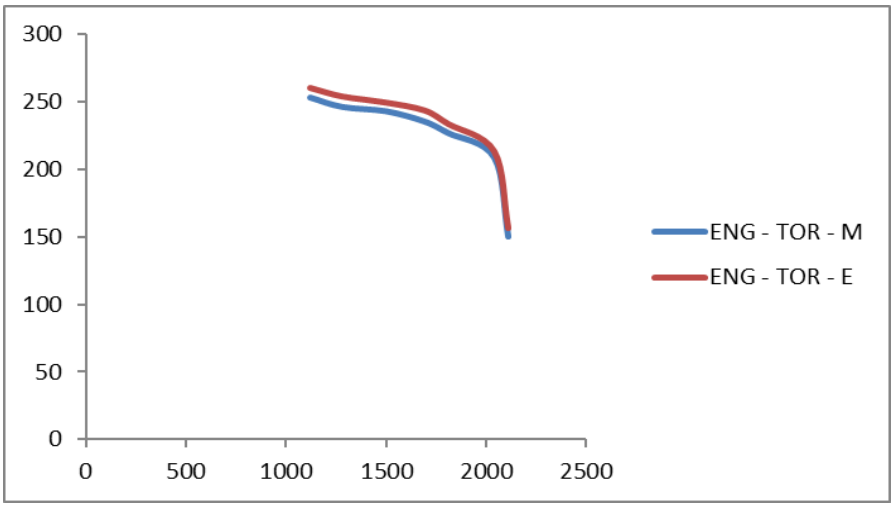
تأثیر گشتاور بر دور موتور

مزیت آزمون با دینامومتر در این بود که همزمان میزان گشتاور و توان مفید خروجی نسبت به دور موتور و دور PTO سنجیده و ثبت شدند. به همین دلیل در اینجا تأثیر دوران موتور بر روی گشتاور خروجی طی همان هفت دوران موتور ارائه شدند. برای هر دو حالت پروانه مکانیکی و پروانه محرک الکتریکی سه تکرار انجام شد.

بررسی تأثیر گشتاور نسبت به دور موتور

تعیین تأثیر دوران موتور بر گشتاور خروجی نسبت به هر دو نوع پروانه در نمودارهای زیر آورده شده‌اند. از دوران ۱۱۰۰ دور بر دقیقه که اوج گشتاور این موتور می‌باشد گشتاور سیر نزولی را طی می‌کند. ولی از دوران ۱۱۰۰ تا قبل از دوران ۲۰۰۰ دور بر دقیقه موتور با پروانه الکتریکی میزان گشتاور خروجی بیشتری ارائه داد. ولی از این دوران به بعد تفاوت معنی داری وجود نداشت. البته باید تذکر داده شود که محدوده مفید کارکردی بین دوران ۱۱۰۰ تا ۱۹۰۰ دور بر دقیقه ست و بعد از آن بدلیل ساختار همه‌ی موتورهای دیزل افت کامل توان در محدوده کوچکی از دور موتور بوجود می‌آید و این موتور نیز استثنا نبود و از دوران ۲۰۰۰ تا ۲۱۰۰ افت کامل گشتاور وجود داشت. (شکل ۵)

شکل ۵- تغییرات گشتاور نسبت به دور موتور



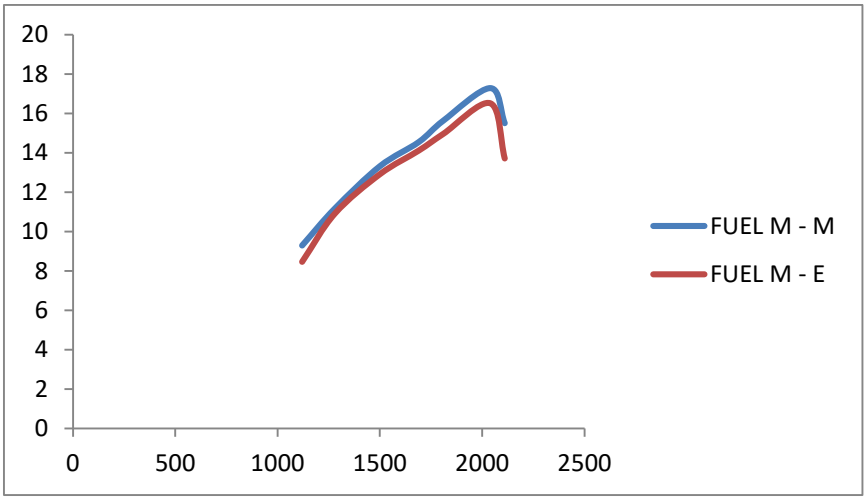
تأثیر مصرف سوخت ساعتی نسبت به دور موتور

تمامی موتورهای احتراق داخلی برای بالا توان و گشتاور خود نیاز به میزان سوخت بیشتری دارند. حال، در اینجا و برای موتور دیزلی مذکور چون میزان هوایی ورودی هرچقدر که باشد این میزان سوخت پاشیده شده در سیلندر است که میزان گشتاور و توان خروجی موتور دیزل و این موتور مورد آزمون تعیین می-کند. با افزایش سرعت دورانی موتور از ۱۱۰۰ دور بر دقیقه مصرف سوخت بصورت صعودی و شیب زیادی افزایش یافته و در جایی که توان موتور در دور ۲۰۴۰ دور بر دقیقه حداکثر می‌شود، مصرف سوخت به‌میزان حداکثر خود یعنی ۱۶/۹ لیتر برساعت رسید. این میزان سوخت مصرفی فقط مختص محدوده عملکردی دینامومتر بوده و خارج از این محدوده و در جایی که دوران موتور به خارج از محدوده کنترل گاورنر باشد نیست.

بررسی تأثیر مصرف سوخت نسبت به دور موتور

همانطور که انتظار می‌رفت، مصرف سوخت سریعا افزایش یافته و تا نقطه‌ای که توان حداکثر بود بالا رفت و سپس افت شدید توان در ناحیه خارج از کنترل گاورنر وجود داشت (شکل ۶). حال، تفاوت مصرف سوخت برای موتور با پروانه الکتریکی و پروانه مکانیکی در ناحیه دوران ۱۱۰۰ تا ۱۶۹۰ بصورت کم ولی در ناحیه دوران ۱۶۹۰ تا ۲۰۰۰ دور بر دقیقه بصورت معنی داری مصرف سوخت پروانه الکتریکی کمتر از پروانه مکانیکی شد و بعد از آن نیز این تفاوت سریعا نسبت به افت شدید توان کاهش یافت.

شکل ۶- تغییرات مصرف سوخت نسبت به دور موتور



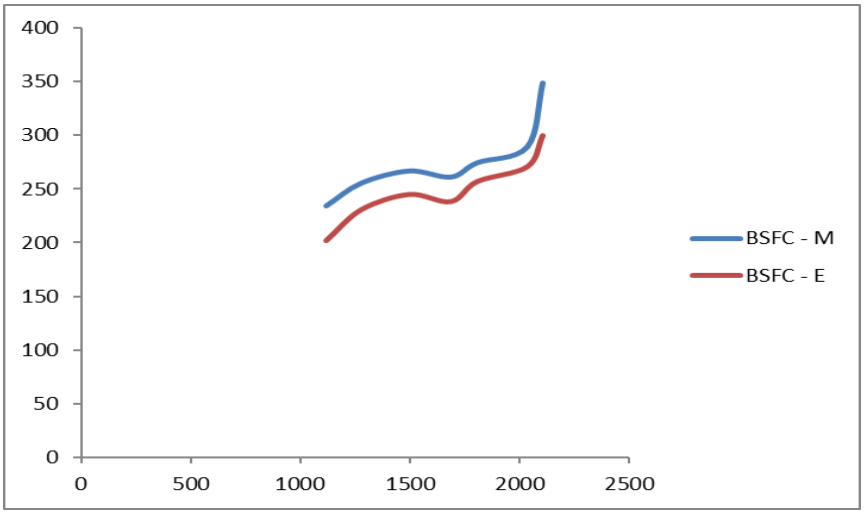
تأثیر مصرف سوخت ویژه بر دور موتور

تعریف مصرف سوخت ویژه بدین‌صورت بود که سوخت مصرفی موتور بر حسب هر کیلووات تولیدی آن بصورت نموداری در دوران‌های موتور بدست آمد. از لحظه روشن شدن موتور و دور آرام مصرف سوخت بالاتر بوده و با افزایش دور موتور و رسیدن به حداکثر توان سیر صعودی مصرف سوخت ویژه وجود دارد. از آن به بعد نیز مصرف سوخت دوباره سیر صعودی خود را به همراه داشته تا اینکه در حداکثر دوران بی‌باری حداکثر مصرف سوخت موتور حاصل می‌گردد. در این آزمون مصرف سوخت در محدوده باردهی دینامومتر و در همان هفت دوران ذکر شده از میل لنگ انجام و ثبت گردید.

بررسی تأثیر مصرف سوخت ویژه نسبت به دور موتور

در آزمون موتور و سنجش مصرف سوخت ویژه، مصرف سوخت در دوران ۱۱۰۰ که اوج گشتاور این موتور بود حداقل مصرف سوخت ویژه را نشان داد. سپس با افزایش دوران موتور تا۱۲۸۰ دور بر دقیقه مصرف سوخت ویژه برای جدایش از حالت کنترل گشتاور که موتور تحت حداکثر بار قرار دارد مصرف سوخت را بالا برد (شکل ۷). از دوران ۱۲۸۰تا دوران ۲۰۴۰ که حداکثر توان خروجی را بدست داد، مصرف سوخت ویژه به آرامی افزایش یافته و در جایی که پمپ انژکتور از ناحیه کنترل گاورنر خارج گردید و به حداکثر دوران خود رسید، همچان مصرف سوخت بشدت افزایش یافت. حال این تغییرات برای موتور با پروانه محرک الکتریکی در تمامی حالات اخلاف معنی‌دار کاهش مصرف سوخت ویژه که مزیت عمده آن است به همراه داشت.

شکل ۷- تغییرات مصرف سوخت ویژه نسبت به دور موتور



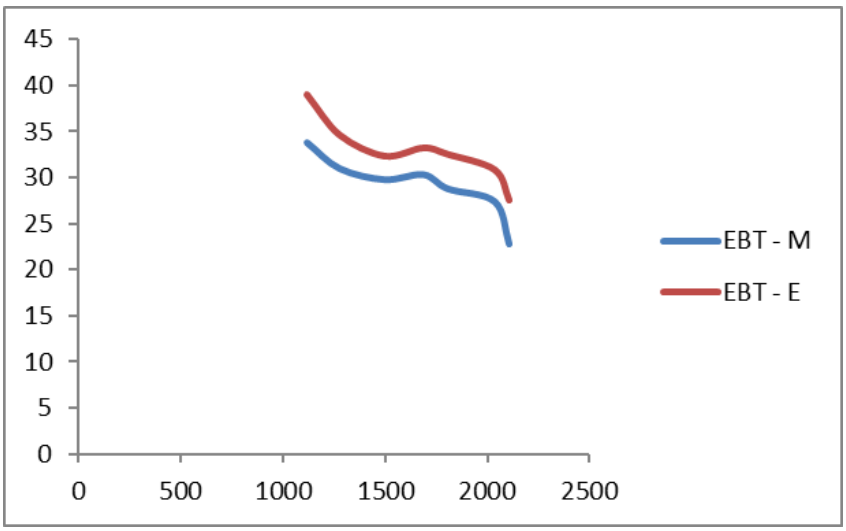
تأثیر بازده حرارتی بر دور موتور

بازده حرارتی موتور تحت آزمون وابسته به ارزش حرارتی گازوئیل (در این آزمون ارزش حرارتی گازوئیل شماره۲ با ارزش حرارتی ۴۵۵۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم بود استفاده گردید) و مصرف سوخت ویژه ترمزی موتور بود. بر این اساس اگر ارزش حرارتی سوخت را برای تمامی تکرارها ثابت فرض‌کنیم، هرچه مصرف سوخت ویژه ترمزی افزایش یابد به تبع آن بازده حرارتی سوخت کاهش می‌یابد که برای این آزمایش نیز چنین شد.

بررسی تأثیر بازده حرارتی نسبت به دور موتور

تکرار اول از تأثیر دوران موتور و مصرف سوخت ویژه ترمزی بر بازده حرارتی سوخت چنین شد که در اختلاف معنی‌داری در بازده حرارتی سوختی موتور با پروانه الکتریکی نسبت به موتور با پروانه مکانیکی در تمامی دوران‌های تحت بار با دینامومتر حاصل شد. از دوران ۱۱۰۰ تا دوران ۲۰۴۰ دور بر دقیقه بخاطر مصرف کمتر موتور در شرایط فن الکتریکی، همانطور که در نمودار شکل ۸ مشاهده می‌شود، بازده حرارتی بیشتری بدست داد.

شکل ۸- تغییرات بازده حرارتی نسبت به مصرف سوخت ویژه و دور موتور



نتیجه‌گیری

در این پژوهش با جایگزینی فن الکتریکی به‌جای پروانه مکانیکی در سامانه خنک‌کاری، تغییراتی در میزان راندمان خنک‌کاری و مصرف انرژی ومصرف سوخت و در نهایت توان ترمزی صورت گرفت. حداکثر توان قابل حصول از محورتواندهی برای شرایط موتور با پروانه مکانیکی ۶۰/۲ اسب‌بخار در سرعت دورانی ۲۰۴۰ دور بر دقیقه موتور بود و حداکثر توان قابل حصول از محور تواندهی برای شرایط موتور با فن الکتریکی ۶۲/۷ اسب-بخار در سرعت دورانی ۲۰۴۰ دور بر دقیقه موتور بود.

حداکثر توان قابل حصول از محور تواندهی در سرعت دورانی مشخصه موتور در ۲۰۰۰ دور بر دقیقه، ۵۹/۵ اسب بخار بود. کمینه مصرف سوخت موتور برای شرایط پروانه مکانیکی ۹/۱۳ لیتر بر ساعت بود و کمینه مصرف سوخت برای موتور شرایط فن الکتریکی ۸/۳ لیتر بر ساعت بود. آزمایش مقایسه‌ای انجام شده از هر دو پروانه مکانیکی محرک تسمه از میل لنگ و محرک الکتریکی آرمیچری از باتری نشان داد که توان مفید موتور و مصرف سوخت بهبود یافتند. همانطور که انتظار می‌رفت، با بسته شدن مدار مایع خنک‌کاری و افزایش فشار آن، توان مفید موتور افزایش یافت. با برداشته شدن پروانه مکانیکی از روی موتور و از طرفی کاهش وزن و اینرسی پروانه بخاطر داشتن وزن و دوران بالا بر روی پولی پمپ آب، توان اصطکاکی از یک سو کاهش یافته که مشخصه آن کاهش معنی‌داری در مصرف سوخت ساعتی موتور بود.

به دلیل کوتاه‌تر شدن زمان گرم‌شدن موتور حدود ۲ تا ۲:۳۰ ثانیه در میانگین دمای ۳۰ درجه سلسیوس آزمایشگاه و رسیدن به دمای بهینه کارکردی، علاوه بر کاهش مصرف سوخت، زمان تعویض روغن طولانی‌تر خواهد شد که این امر تأثیر بسزایی در کاهش تعمیرات و تعویض قطعات محرک و متحرک موتور خواهد داشت.

References

Mao, j.n., chen, h.x., jia, h., wang, y.z., hu., h.m., 2013. Effect of air-side flow maldistribution on thermalehydraulic performance of the multi-louvered fin and tube heat exchanger, International Journal of Thermal Sciences www.elsevier.com/locate/ijts

Yashvir singh.,nishant singh.,2013.Dirt analysis on the performance of an engine cooling system , Journal of Energy in Southern Africa, Vol 24 No 4.

Khaled, m., mangi, f., el hage, h., harambat, f., peerhossaini, h., 2012 . Fan air flow analysis and heat transfer enhancement of vehicle underhood cooling system Towards a new control approach for fuel consumption reduction, Applied Energy, 439–450.

oliet, c., olive., a, castro., j, perez., c, 2007 . Parametric studies on automotive radiators, Applied Thermal Engineering, 2033–2043.

Amrutkar.,s, sangram.,r, 2013. Automotive Radiator Performance – Review , International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Volume-2.

ebrahimi., m, farhadi., m, sedighi., k, akbarzade., s, 2014 . Experimental Investigation of Force Convection Heat Transfer in a Car Radiator Filled with SiO2-water Nanofluid , International Journal of Engineering, www.ije.ir.333-340.

sulaiman., m, azraai., sh, Abdullah., w, 2009. CFD Modelling of Air Flow Distribution from a Fan , International Conference on Applications and Design in Mechanical Engineering (ICADME).

Tushar.,c,shivprakash.,b,brave.,b, kothavale.,s,dehokane., n, 2014. Design and Analysis of Engine Cooling Fan,International Journal of Current Engineering and Technology ISSN 2277 - 4106.

CASAPPA company ltd. 2014 ,hydraulic pump for running vehicle cooling system, www.casappa.com.

مجله مهندسی زیست سامانه

Feasibility of Using Electric Fan System Instead of Common Propeller in Diesel Engine Cooling System

Amir Zoolfaghari [1] and Davood Mohammad Zamani[2*]
[1-2] Department of Biosystems Engineering, Islamic Azad University, Takestan Branch, Takestan, Iran
[*]Coresponding author: dr.dmzamani@gmail.com

Received: 18 April 2022
Accept:12 May 2022

Abstract

Today, the automobile industry and especially the tractor industry, in order to reduce fossil fuel resources, need to design and build cars with low fuel consumption. One of the best solutions to achieve this is to reduce the loss of different energies in the car's power generator (engine). The general purpose of using an electric cooling system (fan) instead of a mechanical one (propeller) is for this purpose. By replacing the electric fan for cooling the radiator, it is possible to increase the cooling efficiency by removing the energy taken from the crankshaft by the mechanical propeller and reduce the loss of useful power of the engine to some extent. Therefore, the current research is practical in terms of purpose. When the electric fan gets its rotational power from the battery, on the one hand, the frictional power and consequently the hourly fuel consumption and specific fuel consumption are reduced, and on the other hand, the braking power and thermal efficiency are increased. This test was carried out with a Ferguson MF285 tractor connected to a Sigma 5 dynamometer, so that it was measured at seven critical rotational speeds of the engine, and the results were that the biggest difference in fuel consumption was at a rotational speed of 1100 rpm and where the output torque of the engine and The maximum PTO took place. After installing the electric fan, the fuel consumption per hour was 0.83 liters per hour, the brake fuel consumption was 30 grams per kilowatt-hour, and the fuel thermal efficiency was 4.3% more than the mechanical propeller system. In addition, the longest time for the engine to warm up and the water temperature to reach the optimal and normal temperature of the engine operation with an electric fan was about 2 minutes and 15 seconds earlier than with a mechanical propeller, which reduces the wear and tear of the driving and moving parts and increases the optimal functional life. Contains engine oil.

Keywords: electric fan, fuel consumption, friction power, engine heating, cooling