Archive of SID

فصلنامهٔ علمی- پژوهشی تحقیقات موتور

تارنمای فصلنامه: www.engineresearch.ir

دوقطبی کردن سوخت موتور پرکینز A63544 و ارزیابی عملکرد ارتعاشی آن

سبا درویشی [۱*]، سیدرضا حسن‌بیگی [۲]، برات قبادیان [۳]، جعفر مساح [۴]

[۱] دانشگاه تهران، تهران، ایران، sdarvishi@ut.ac.ir
[۲] دانشگاه تهران، تهران، ایران، rhbeigi@ut.ac.ir
[۳] دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، ghobadib@modares.ac.ir
[۴] دانشگاه تهران، تهران، ایران، jmassah@ut.ac.ir
[*] نویسندهٔ مسئول، شمارهٔ تماس: ۰۹۳۷۴۹۲۶۴۲۲

چکیده

یکی از روش‌هایی که اخیراً برای کاهش آلایندگی و مصرف سوخت موتورهای احتراق داخلی مورد توجه قرار گرفته است، دوقطبی کردن سوخت ورودی به موتور با استفاده از یک میدان دوقطبی خارجی است. یکی از پیش‌شرط‌های استفاده از سوخت دوقطبی شده در موتورهای احتراقی، بررسی رفتار ارتعاشی این موتورها در اثر تغییر سوخت است. ارتعاش یکی از عواملی است که باعث عدم آسایش و بروز بیماری و ناراحتی جسمانی در رانندگان وسایل نقلیه و ماشین‌های کشاورزی می‌شود. در این تحقیق سوخت دیزل در شدت میدان‌های ۱۰۰۰ تا ۴۰۰۰ گاوس قرار داده شد و سپس علامت‌های ارتعاشی موتور دیزل ۶ استوانه (تراکتور MF-399) در ۵ سطح سرعت موتور و در سه جهت طولی، عمودی و جانبی اندازه‌گیری شد. مقادیر ریشهٔ میانگین مربعات (ر.م.م.) شتاب ارتعاش ثبت شده در راستای جانبی بیشترین (با میانگین ۷۵,۷۸ متر بر مجذور ثانیه) و در راستای طولی کمترین (با میانگین ۴۴,۵۹ متر بر مجذور ثانیه) بود. همچنین مشخص گردید که با اعمال میدان دوقطبی مقادیر ر.م.م. شتاب ارتعاش متناسب با افزایش شدت میدان دوقطبی، کاهش می‌یابد، به‌طوریکه بیشترین مقدار این کاهش مربوط بشدت میدان دوقطبی ۴۰۰۰ گاوس بود.

تمامی حقوق برای انجمن علمی موتور ایران محفوظ است.

اطلاعات مقاله

تاریخچهٔ مقاله:
دریافت: ۴ اسفند ۱۳۹۳
پذیرش: ۷ مهر ۱۳۹۴

کلیدواژه‌ها:
سوخت دیزل
دوقطبی
ارتعاش
هیدروکربن
ریشهٔ میانگین مربعات (ر.م.م.) شتاب

Downloaded from engineresearch.ir at 11:32 +0330 on Wednesday September 27th 2017

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from engineresearch.ir at 11:32 +0330 on Wednesday September 27th 2017

۱- مقدمه

دستگاه‌هایی وجود دارند که انسان مستلزم تماس مستقیم با آن‌ها است مانند انواع تراکتورهای کشاورزی، تجهیزات خاک برداری و راه‌سازی و غیره. در این حالت ارتعاش به قسمت‌های مختلف بدن کاربر وارد می‌شود. در این خودروها ارتعاشات می‌توانند باعث ناراحتی و آسیب رساندن به کاربر و کاهش بازده شوند [۱].

ماشین‌های کشاورزی ارتعاش زیادی به بدن انسان منتقل می‌کنند. مخاطرات کاری رانندگی با این ادوات شامل سنگینی گوش، اختلال در ستون فقرات و دستگاه گوارش است که عامل اصلی آن ارتعاش و سر و صدا است [۱].

تحقیقات فراوانی تاکنون حول مبحث ارتعاش موتورهای اشتعال تراکمی و اشتعال جرقه‌ای، صورت گرفته است در تحقیقی توسط گوگلیا و همکاران در سال ۲۰۰۶ بر روی فرمان تراکتور چهار چرخ محرک، شتاب وزنی بسامدی در حالت بی باری تراکتور و در حالت بار کامل محاسبه شد.

در این آزمایش مشاهد شد که بعد از کمتر از دو سال در ۱۰ درصد کاربرهایی که با ارتعاش مواجه شده‌اند، فرسودگی در انگشتان دست روی داده است [۲].

در آزمایش دیگری توسط جوهر و همکاران در سال ۱۳۹۱؛ ارتعاش موتور دیزل ۶ استوانه با استفاده از سوخت دیزل خالص و ۵ ترکیب سوختی دیزل، زیست‌دیزل و بیواتانول اندازه گیری شد و مشخص گردید که کمترین مقدار ر.م.م. شتاب ارتعاش مربوط به سوخت D93B5E2 و بیشترین آن برای سوخت D65B25E10 است [۳].

تواری و همکاران در سال ۲۰۰۹ در تحقیق دیگر که روی تراکتور دوچرخ صندلی‌دار انجام گرفت مقادیر ر.م.م. شتاب در تمام دنده‌های تراکتور و در بدن کاربر را مورد ارزیابی قرار دادند.

نتایج نشان داد که مقادیر RMS در همه شرایط و در محدودهٔ سرعت دورانی ۱۷۵۰- ۱۸۵۰ د.د.د.، کمترین مقدار بود و شدت ارتعاش در حالت بدون صندلی، بیشترین مقدار (45 متر بر مجذور ثانیه) بود [۱].

ارتعاشات پیچشی (شتاب) در موتورها، بعضی از پدیده‌ها را نشان می‌دهد که در مورد ارتعاشات معمول وجود ندارد.

این تأثیرات از هندسهٔ سازوکار رفت و برگشتی نتیجه می‌گردد و با تحلیل‌های جنبش شناسی و دینامیکی آشکار می‌شود. جدا از اینکه ماند سامانه با چرخش میل لنگ تغییر می‌کند، نتایج نشان داد که ارتعاشات از اصطکاک بین استوانه و پیستون نیز تأثیر می‌پذیرد [۴].

دوقطبی کردن[1] سوخت دیزل مبحثی است که اخیراً مورد توجه قرار گرفته است. در تحقیقی که توسط فاریس و همکاران در سال ۲۰۱۲ انجام گرفت، از میدان دوقطبی در مسیر خط سوخت یک موتور دو زمانه استفاده شد؛ به‌طوریکه کاهش مصرف سوخت بین ۹-۱۴ درصد و همچنین مقدار آلاینده‌های HC و CO بترتیب ۳۰ و ۴۰ درصد کاهش یافت [۵].

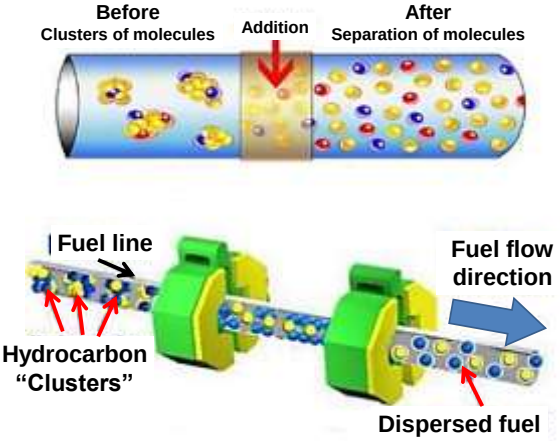
با استفاده از میدان دوقطبی می‌توان انرژی داخلی سوخت را افزایش داد که این عمل باعث تغییراتی در سطح مولکولی سوخت خواهد شد که منجر به افزایش انرژی داخلی سوخت، جداسازی مولکول‌های آن، واکنش‌پذیری بیشتر با اکسیژن و نهایتاً بهبود احتراق خواهد شد [۵و۶].

در نتیجه دوقطبی کردن سوخت واکنش‌پذیری مولکول‌های سوخت با اکسیژن هوا بدلیل دوقطبی شدن مولکول‌های سوخت می‌تواند تا حدی بهبود یابد که به احتراق کامل‌تر منجر خواهد شد [۷].

تائو در سال ۲۰۰۵ سوخت‌های بنزین و دیزل و همچنین نفت خام را در میدان دوقطبی با شدت و زمان‌های مختلف قرار داد، نتیجهٔ آزمایش‌ها کاهش لزجت بنزین در حدود ۱۰ درصد و همچنین کاهش لزجت سوخت دیزل خالص در حدود ۴ درصد را تأیید کرد [۸].

همچنین مشخص گردید که مولکول‌های هیدروکربن تحت تأثیر یک میدان دوقطبی نسبتاً قوی به حالت غیر خوشه‌ای و با شکل کوچک‌تر می‌روند که باعث می‌شود سطح تماس ویژهٔ بیشتری برای واکنش با اکسیژن نفوذی یابند.

این امر موجب احتراق کامل‌تر و در نتیجه افزایش قدرت موتور و نیز کاهش مصرف سوخت می‌شود [۵ و۷-۸]. تأثیر میدان دوقطبی بر ساختار خوشه‌ای هیدروکربن‌های به‌طور تصویری در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: الگوی تصویری از تأثیر میدان دوقطبی بر ساختار خوشه‌ای هیدروکربن‌ها [۶].

اما آنچه که تاکنون در زمینه دوقطبی کردن سوخت مورد توجه قرار نگرفته است، تأثیر سوخت دوقطبی شده بر ارتعاش موتور است. در این تحقیق ارتعاش موتور تراکتور MF-399 در ۵ سطح سرعت دورانی و تحت بار با استفاده از سوخت دوقطبی شده اندازه‌گیری و علامت‌های ارتعاشی ثبت گردید.

[1] Magnetizing

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from engineresearch.ir at 11:32 +0330 on Wednesday September 27th 2017

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- دستگاه دوقطبی‌کنندهٔ سوخت

سوخت دیزل با استفاده از دستگاه تولید میدان دوقطبی متناوب با ظرفیت حداکثر ۵۰۰۰ گاوس که در شکل ۲ نشان داده شده است، تحت تأثیر میدان دوقطبی قرار گرفت به‌طور کلی این دستگاه شامل قسمت‌های اصلی زیر می‌باشد:

۱. شارسنج برای محاسبهٔ حجم سوخت جابجا شده
۲. مسیر چرخش سوخت در داخل میدان دوقطبی
۳. منبع تغذیه و تنظیم کننده چگالی میدان دوقطبی
۴. سامانهٔ خنک‌کننده سیم‌پیچ‌ها و تسلامتر برای اندازه‌گیری شدت میدان دوقطبی

شکل ۲: دستگاه دوقطبی‌کنندهٔ سوخت

۲-۲- دستگاه اندازه‌گیری و ثبت ارتعاش

در این تحقیق ارتعاش موتور تراکتور MF-399 در حالت ایستگاهی و تحت بار بر روی سطح آسفالت و در فضای باز اندازه‌گیری شد. محل انجام تحقیق در آزمایشگاه انرژی‌های تجدیدپذیر دانشگاه تربیت مدرس بود.

آزمایش‌ها در پنج سطح مختلف سوخت و پنج سطح مختلف دور موتور صورت گرفت.

با توجه به این که از شرایط ایستگاهی به عنوان مبنای سنجش می‌توان برای مقایسهٔ ارتعاش در شرایط دیگر استفاده نمود در این تحقیق نیز بررسی ارتعاش موتور تراکتور در حالت ایستگاهی صورت پذیرفت.

برای اندازه‌گیری ارتعاش و ثبت شتاب‌های مورد نظر از شتاب‌سنج مدل CTC AC102 استفاده گردید که مشخصات آن در جدول ۱ ذکر شده است. برای انجام آزمایش‌ها، تراکتور بر روی یک سطح آسفالت قرار داده شد و شتاب سنج‌ها در موقعیت موتور نصب شد.

برای اتصال شتاب‌سنج‌ها در راستای قائم (عمودی)، در راستای حرکت تراکتور (طولی) و عمود به این دو راستا (جانبی) است.

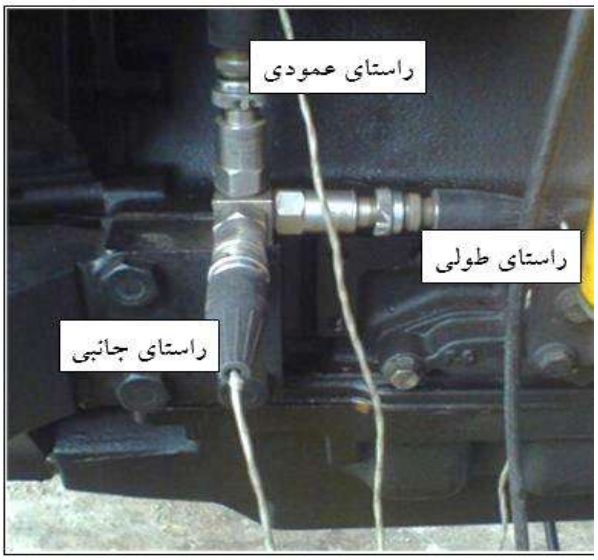
داده‌های خروجی از شتاب‌سنج‌ها توسط یک مدار الکترونیکی ثبت گردید و پس از انجام آزمایش، داده‌های ذخیره شده در حوزهٔ زمانی مشخص به رایانه انتقال داده شد.

ولتاژ پیوستهٔ خروجی از شتاب‌سنج‌ها با استفاده از یک سیم و اتصال‌دهندهٔ ۹ ورودی وارد دستگاه مبدل AD و پردازش علامت[1] (A/D & DAQ) می‌شدند. این دستگاه ساخت شرکت Advantech نوع USB 4711A با وضوح[2] ۱۲ بیت دارای ۱۶ ورودی بود که با استفاده از یک نرم افزار کمکی به‌وسیلهٔ نرم افزار LABVIEW 2009 قابل شناسایی و پایش بود.

در شکل ۳ شتاب سنج‌ها و در شکل ۴ کل سامانهٔ ثبت ارتعاش نشان داده شده است.

جدول ۱: مشخصات شتاب‌سنج نوع AC102 ساخت شرکت CTC (USA).

ویژگی	محدوده
حساسیت (±٪۱۰)	۱۰۰ mV/g
پاسخ بسامدی	(0.4 -14000 Hz) (1- 9000 Hz)
محدودهٔ دینامیکی	±50g, peak
ولتاژ تغذیه	18-30 VDC
محدودهٔ دمایی	-50 to 120°C
بسامد تشدید طبیعی	26000 Hz



شکل ۳: نحوه اتصال شتاب‌سنج‌ها به موتور

[1] Data acquisition & A/D convertor
[2] Resolution

www.SID.ir

Archive of SID

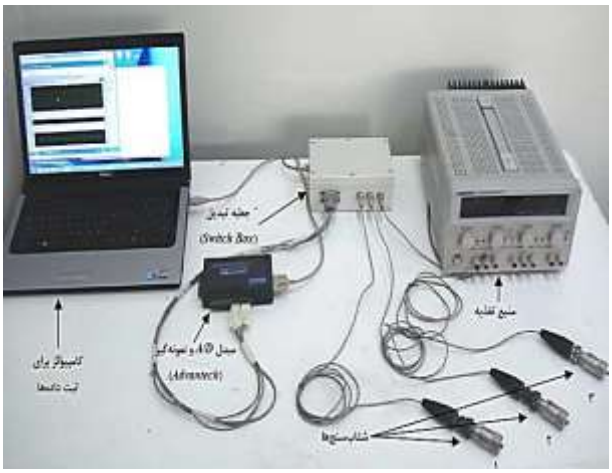
Downloaded from engineresearch.ir at 11:32 +0330 on Wednesday September 27th 2017

۲-۳- نرم افزار تحلیل علامت

علامت‌های خروجی شتاب‌سنج‌ها (حوزهٔ زمان) توسط رایانه‌ای دستی و نرم افزار LAB VIEW جمع‌آوری و ذخیره شد. برای پردازش و انجام تحلیل تبدیل فوریه از نرم‌افزار MATLAB استفاده شد؛ همچنین مقادیر ریشه میانگین مربع‌های شتاب و طیف نوار ۱/۳ اکتاو محاسبه و ذخیره شد.

دو دلیل اصلی برای به دست آوردن محتوای بسامدی وجود دارد، اول این‌که پاسخ اعضای مختلف بدن انسان و سامانه‌های مکانیکی به بسامد بستگی دارند، دوم این‌که فرآیندهای فیزیکی انتشار، انتقال و محتوای انرژی علامت ارتعاش به بسامد آن بستگی دارند.

همچنین شناسایی و بررسی اثر هر یک از متغیرها بر ارتعاش ایجاد شده از دستگاه با بررسی علامت ارتعاش در حوزهٔ زمان بسیار مشکل است به همین دلیل لازم است علامت‌ها از حوزهٔ زمان به حوزهٔ بسامد تبدیل شوند.



شکل ۴: سامانهٔ اندازه‌گیری و ثبت ارتعاش

برای تبدیل این نتایج به حوزه بسامد[1] از تبدیل سریع فوریه[2]، توسط نرم‌افزار MATLAB استفاده گردید. نتیجهٔ تبدیل علامت‌ها از حوزهٔ زمان به حوزهٔ بسامد دست‌یابی به طیف نوار باریک شتاب ارتعاش است. به طور کلی مشاهده تغییرات در طیف نوار باریک نسبتاً مشکل است و با توجه به این‌که تغییرات ایجاد شده توسط متغیرها در تحلیل نوار پهن بسیار واضح‌تر است؛ طیف نوار باریک شتاب ارتعاش برای حصول طیف ۱/۳ اکتاو علامت شتاب ارتعاش پردازش شدند.

۲-۴- مشخصات موتور تراکتور

در این تحقیق از تراکتور مدل MF-399 که در کارگاه موتور و تراکتور دانشگاه تربیت مدرس موجود بود، برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. مشخصات موتور تراکتور تحت آزمایش در جدول ۲ ذکر گردیده است.

[1] Frequency domain
[2] Fast Fourier Transform

جدول ۲: مشخصات موتور تراکتور **MF-399**.

ویژگی	پرکینز A63544
کارخانهٔ سازنده	موتورسازان تراکتورسازی ایران
تعداد استوانه	۶
پیمایش سمبه	۱۲۷ mm
قطر استوانه	۹۸٫۶ mm
حجم استوانه	۵٫۸ L
ترتیب احتراق	۱،۵،۳،۶،۲،۴
بیشینهٔ توان در ۲۳۰۰ rpm	۱۱۰ hp (۸۲ kW)
بیشینهٔ توان محور PTO	۹۵ hp
بیشینهٔ گشتاور در ۱۲۰۰ rpm	۳۷۶ N.m

۳- نتایج و بحث

در این قسمت نتایج آزمونهای اجرا شده ارائه می‌شوند و در هر قسمت تحلیل‌های مشروحی ارائه می‌شود.

۳-۱- نتایج سنجش چگالی میدان دوقطبی (B) در شدت جریان‌های مختلف

دستگاه تولید کننده سوخت دوقطبی قابلیت فراهم کردن چگالی شار میدان دوقطبی صفر تا ۵۰۰ میلی‌تسلا را دارد که در این تحقیق از چگالی میدان دوقطبی صفر تا ۴۰۰ میلی‌تسلا استفاده شد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری چگالی میدان دوقطبی (B) در شدت جریان‌های مختلف (I) در جدول ۳ نشان داده شده‌است. حداکثر شدت جریان و ولتاژ اعمال شده به سیم‌پیچ‌های مولد میدان دوقطبی بترتیب ۶٫۴ آمپر و ۵۸ ولت بود.

جدول ۳: چگالی میدان دوقطبی (B) در شدت جریان‌های مختلف

چگالی میدان دوقطبی (T)	شدت جریان اعمال شده به سیم‌پیچ‌های مولد میدان دوقطبی (A)	ولتاژ اعمال شده به سیم‌پیچ‌های مولد میدان دوقطبی (V)
۰	۰	۰
۰٫۰۳۲	۰٫۲	۱۰
۰٫۲۰۹	۲٫۸	۲۶٫۱
۰٫۲۶۸	۳٫۶	۳۱٫۳
۰٫۲۹۱	۳٫۸	۳۳
۰٫۳۰۸	۴٫۱	۳۵
۰٫۳۴۲	۴٫۵	۳۸٫۵
۰٫۳۸۶	۵٫۱	۴۲٫۳
۰٫۴۹۳	۵٫۹	۵۲٫۴
۰٫۵۳۴	۶٫۴	۵۸

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from engineresearch.ir at 11:32 +0330 on Wednesday September 27th 2017

۳-۲- ویژگی‌های مخلوط‌های سوخت

برخی ویژگی‌ای مربوط به سوخت دیـزل خـالص و دوقطبـی شـده در آزمایشگاه زیست‌دیزل دانشگاه تربیت مدرس، اندازه‌گیری شد. جـدول ۴ اعداد بدست آمده برای هر سوخت را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در جدول مشـاهده مـی‌شـود چگـالی، لزجـت و نقطـهٔ اشتعال همه سوخت‌ها درمحدودهٔ استاندارد قرار دارد. همچنـین نقطـهٔ اشتعال با افزایش شدت میـدان دوقطبـی تـا ۱۰۰۰ گـاوس، کـاهش می‌یابد.

مشاهده می‌شود که متناسب با افزایش شدت میـدان دوقطبـی مقـدار جرم مخصوص سوخت کاهش می‌یابد، به‌طوریکه کمترین مقدار جرم مخصوص مربوط بشدت جریان ۴۰۰۰ گاوس است.

این پدیده که میدان دوقطبی می‌تواند گرانـروی بعضـی از مایعـات را کاهش دهد در منابع مختلف گزارش شده است. همچنین گزارش‌های اخیر نشان می‌دهد که میدان دوقطبی منجر به تغییـر گرانـروی نفـت خام می‌شود.

نتایج آزمایش‌های انجام گرفتـه توسـط روچـا در سـال ۲۰۰۲ نشـان دهنده کاهش گرانروی نفـت خـام و مخلـوطی از زنجیـره‌هـای بلنـد پارافینی است [۹].

جدول ۴: ویژگی‌های سوخت‌های تحت آزمایش

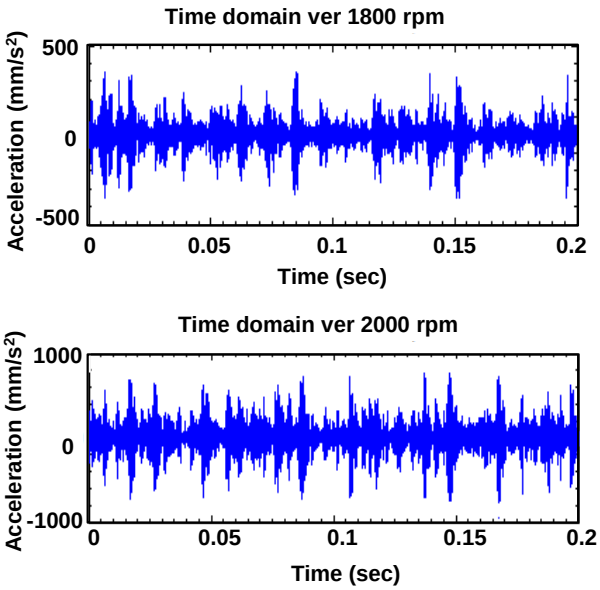
سوخت	چگالی (Kg/m^3)	لزجت سینماتیک در ۴۰ °C (mPa.s)	نقطهٔ اشتعال (C)
ASTM D975	۸۵۰-۸۲۰	۱,۹-۴,۱	۱۳۰
دیزل	۸۲۱	۲,۵۴	۶۵,۴
G ۱۰۰۰	۸۲۰	۲,۴۹	۶۳
G ۲۰۰۰	۸۱۶	۲,۴۵	۶۲,۱
G ۳۰۰۰	۸۱۵	۲,۴۴	۶۲
G ۴۰۰۰	۸۱۳,۵	۲,۴۵	۶۳,۱

۳-۳- ارزیابی علامت‌های ر.م.م. شتاب ارتعاش

علامت‌های شتاب ارتعاش تراکتور MF-399 (که با اسـتفاده از لگـام ترمز تحت بار قرار گرفته بود) برای همـه آزمـایش‌هـا بـا اسـتفاده از نرم‌افزار lab view اندازه‌گیری و درحافظهٔ رایانه ذخیره شـدند. مـدت زمان ذخیره داده‌ها ۳ ثانیه و تعداد نمونه‌ها ۱۲۰۰۰۰ عـدد بـود (نـرخ داده‌برداری ۴۰۰۰۰).

همچنین مقادیر میانگین ریشه مربعات علامت شتاب ارتعاش (RMS) در حوزهٔ زمان با استفاده از نرم‌افزار محاسبه شدند.

در شکل ۵ نمونه‌ایی از علامت‌های حوزهٔ زمان شتاب ارتعاش سوخت دیزل خالص در دو سرعت دورانی مختلف نشان داده شده است.



شکل ۵: تغییرات ر.م.م. شتاب ارتعاش در حوزهٔ زمان در سرعت دورانی ۱۸۰۰ و ۲۰۰۰ د.د.د. در جهت عمودی و موقعیت موتور برای سوخت دیزل خالص.

۳-۴- مقایسهٔ میانگین‌هـای اثـر متقابـل شـدت میـدان دوقطبی با جهت

شکل ۶ تغییرات مقادیر ر.م.م. شتاب تراکتـور در جهـت‌هـای طـولی، جانبی و عمودی سوخت‌های مختلف را نشان می‌دهد، همچنین نتایج جدول تجزیهٔ واریانس با استفاده از طـرح کـاملاً تصـادفی (CRD) در جدول ۵ آمده است.

همانگونه که از نتایج آزمون دانکن پیداست در تمامی سطوح سـوخت مقادیر ر.م.م. شتاب در جهت جانبی بیشتر از عمودی و عمودی بیشتر از طولی است. علت بیشتر بودن شتاب در راستای جانبی تعادل خـوب موتور شش استوانه است کـه موجـب مـی‌شـود ارتعـاش در راسـتای عمودی نسبت به راستای جانبی کاهش یابد.

در جهت جانبی مقادیر ر.م.م. شتاب سوخت‌های دیزل خالص و ۱۰۰۰ گاوس و نیز ر.م.م. شتاب سوخت‌های ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ گـاوس کمتـر از سایر سوخت‌ها است.

در جهت طولی بین مقادیر ر.م.م. شتاب سوخت‌های دیزل خـالص بـا ۱۰۰۰ گاوس اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و ر.م.م. شـتاب سـوخت ۴۰۰۰ گاوس به طور معنی‌داری کاهش پیدا کرده‌است.

در جهت عمودی نیز بـین مقـادیر ر.م.م. شـتاب سـوخت‌هـای دیـزل خالص و سایر سوخت‌ها اختلاف معنی داری وجود دارد و ر.م.م. شتاب سوخت ۴۰۰۰ گاوس به طور معنی‌داری کاهش یافته است.

بیشترین مقدار ر.م.م. شتاب در سـوخت‌هـای دیـزل خـالص و ۱۰۰۰ گاوس در جهت جانبی بوده و کمترین مقدار در سوخت ۴۰۰۰ گـاوس و در جهت طولی است.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from engineresearch.ir at 11:32 +0330 on Wednesday September 27th 2017

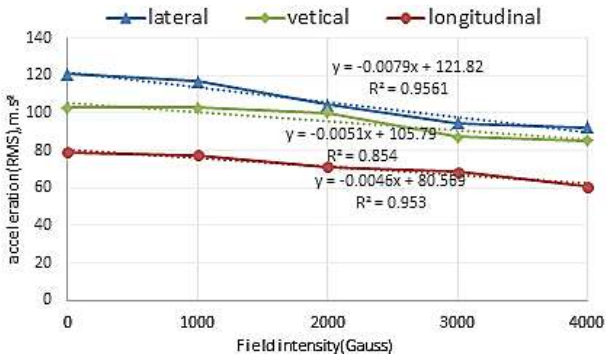
همچنین در تحقیق انجام شده توسط جوهر و همکاران [۳] که برروی مخلوط سوخت‌های دیزل و زیست‌دیزل انجام گرفت مشخص شد که در همه جهات مقدار ر.م.م. شتاب با افزایش سرعت موتور از سرعت ۱۸۰۰ به ۲۰۰۰ د.د.د. به‌طور قابل توجهی افزایش و در سرعت ۲۰۰۰ د.د.د. بیشترین مقدار را دارد.

دلیل ضعیفتر بودن ارتعاش در جهت عمودی تعادل خوب موتور ۶ استوانه است که باعث کاهش ارتعاش در جهت عمودی نسبت به جهت جانبی می‌شود. نتایج بدست آمده در این تحقیق همچنین با نتایج تحقیق تقی‌زاده [۱۰] تطابق داشت.

جدول ۵: مقادیر میانگین ر.م.م. شتاب ارتعاش با استفاده از طرح کاملاً تصادفی ((CRD برای مقایسهٔ اثر متقابل جهت و شدت میدان دوقطبی

جهت	شدت میدان دوقطبی (گاوس)				
	۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۴۰۰۰
طولی	۷۹,۸۱۶^{l}	۷۸,۸۱۶^{l}	۷۱,۸۱۶^{m}	۶۸,۸۱۶^{n}	۶۰,۸۱۶^{o}
جانبی	۱۲۰,۸۵۳^{a}	۱۱۹,۴۰^{a}	۱۰۴,۷۲۹^{c}	۹۸,۷۹^{e}	۹۷,۷۹۷^{f}
عمودی	۹۶,۴۸۴^{gf}	۹۵,۱۶۷^{g}	۹۱,۴۸۴^{h}	۸۴,۰۱۶^{i}	۸۱,۰۴^{r}

اعداد با حروف یکسان نشان‌دهندهٔ عدم وجود تفاوت معنی‌دار است ($P > 0.05$)



شکل۶: اثر تغییرات نوع سوخت بر مقدار ر.م.م. شتاب در حوزهٔ زمان ارتعاش برای جهات مختلف

۳-۵- برهمکنش اثر سوخت و سرعت موتور بر مقدار ر.م.م. شتاب در حوزهٔ زمان ارتعاش

مقایسهٔ میانگین‌های اثر متقابل نوع سوخت با سرعت موتور برای تمامی جهت‌ها در جدول ۶ آورده شده است. همان‌گونه که مشخص است با افزایش سرعت موتور از ۱۷۰۰ تا۲۱۰۰ د.د.د.، میانگین ر.م.م. شتاب ارتعاش به طور کلی در همه سوخت‌ها افزایش داشته است.

بیشینهٔ مقدار افزایش در ر.م.م. شتاب در سوخت‌های دیزل خالص (0G)، 1000G، 2000G، 3000G و 4000G بترتیب برابر با ۲۱,۱۶ ، ۲۱,۰۱ ، ۱۱,۴۱ ، ۹,۳۷ و ۸,۷ متر بر مجذور ثانیه بوده است که کمترین افزایش در سوخت 4000G و بیشترین افزایش در سوخت دیزل خالص بوده است.

مقادیر ر.م.م. شتاب ارتعاش همه سوخت‌ها از ۱۷۰۰ تا ۲۰۰۰ د.د.د. به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد.

همانگونه که از جدول ۶ پیداست در تمامی سطوح سوخت‌های مورد بررسی افزایش سرعت از ۱۷۰۰ به ۱۸۰۰ د.د.د. سبب تغییر معنی‌دار میانگین RMS شتاب ارتعاش نمی‌شود. اما به‌طور کلی با افزایش سرعت موتور از ۱۷۰۰ به ۲۱۰۰ د.د.د. در تمامی سوخت‌ها ر.م.م. شتاب ارتعاش افزایش می‌یابد.

افزایش ر.م.م. شتاب ارتعاش با افزایش سرعت می‌تواند به دلیل افزایش تعداد چرخه‌های احتراق در واحد زمان باشد که این با نتایج به‌دست آمده توسط محققین پیشین [۱۱و۱۰] همخوانی دارد. افزایش سرعت از ۱۷۰۰ تا ۱۹۰۰ د.د.د. در سوخت ۱۰۰۰ گاوس تغییر معنی‌داری در مقادیر ر.م.م. شتاب ارتعاش نسبت به مقادیر سوخت دیزل خالص مشاهده نشده است که دلیل آن می‌تواند ضعیف بودن شدت میدان برای غلبه بر ساختار هیدروکربن‌های سوخت و روند احتراق باشد.

در تمامی سطوح سرعت افزایش شدت میدان دوقطبی به ۱۰۰۰ گاوس، کاهش معنی‌داری در مقادیر ر.م.م. شتاب را سبب نمی‌شود؛ ولی در سرعت ۱۹۰۰ د.د.د.، ر.م.م. شتاب در سوخت ۱۰۰۰G به طور معنی‌داری نسبت به سوخت دیزل خالص کاهش می‌یابد.

همچنین مشاهده می‌شود که در تمامی سرعت‌ها با افزایش شدت میدان دوقطبی از ۱۰۰۰ گاوس به ۴۰۰۰ گاوس اختلاف معنی‌داری در مقادیر شتاب ارتعاش وجود دارد. در تحقیقات انجام گرفته توسط تقی‌زاده و همکاران [۱۰] نیز مشاهده شد که با افزایش سرعت دورانی از ۱۶۰۰ د.د.د. تا ۲۰۰۰ د.د.د.، مقادیر شتاب ارتعاش به طور معنی‌داری افزایش یافت.

در شکل‌های ۷ تا ۹ به‌ترتیب نمودار مقادیر ر.م.م. شتاب ارتعاش نسبت بسرعت دورانی موتور برای سوخت‌های مختلف؛ در جهت‌های عمودی، طولی و جانبی برای ۵ سطح سوخت نشان داده شده‌است.

با بررسی این نمودارها که روند خطی آن‌ها نیز به‌صورت نقطه‌چین نمایان‌است، می‌توان گفت که در سرعت های ۱۷۰۰ و ۱۸۰۰ با افزایش شدت میدان دوقطبی به 1000G، کاهش معنی‌داری در مقدار شتاب ارتعاش مشاهده نشد؛ اما کم کم با افزایش شدت میدان دوقطبی تا 4000G از مقدار شتاب ارتعاش کاسته شده و این اختلاف کاملاً معنی‌دار و مشهود است.

دلیل این کاهش در مقدار شتاب ارتعاش احتمالاً بدین سبب است که با افزایش میدان دوقطبی به تدریج نیروی لازم برای غلبه بر خوشه‌های هیدروکربنی ساختار دیزل فراهم آمده است و با شکستن این خوشه‌ها امکان نفوذ بیشتر اکسیژن به قسمت داخلی خوشه‌ها و پیوند بیشتر با کربن‌های میانی فراهم شده است [۶و۷]. در نتیجهٔ این فرآیند، سوخت یکنواخت‌تر می‌سوزد و در نهایت ارتعاش کمتری در قسمت‌های داخلی موتور تولید می‌گردد.

www.SID.ir

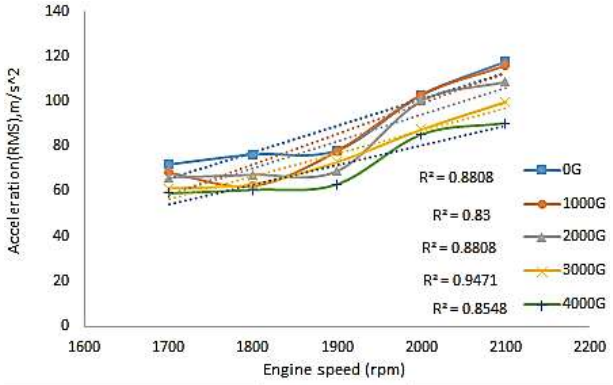
Archive of SID

Downloaded from engineresearch.ir at 11:32 +0330 on Wednesday September 27th 2017

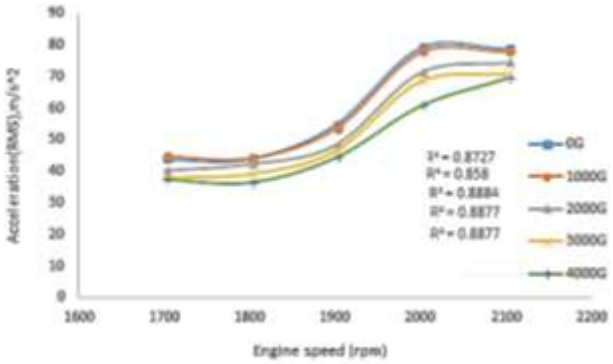
جدول ۶: برهمکنش اثر نوع سوخت و سرعت موتور بر مقدار ر.م.م. شتاب در حوزهٔ زمان ارتعاش تراکتور MF-399 (متر بر مجذور ثانیه).

شدت میدان	سرعت دورانی موتور (د.د.د.) ۱۷۰۰	۱۸۰۰	۱۹۰۰	۲۰۰۰	۲۱۰۰
۰	۸۷,۴۳۹^{ef}	۹۱,۹۲۹^{e}	۹۸,۴۵۱^{c}	۰۸,۵۹۸^{b}	۱۱۸,۶۰۶^{a}
۱۰۰۰	۸۵,۱۱۱^{f}	۸۷,۵۵۴^{ef}	۹۵,۵۵۰^{d}	۱۰۷,۳۲۴^{b}	۱۱۴,۹۶۹^{a}
۲۰۰۰	۷۵,۴۷۴^{jk}	۷۶,۵۶۱^{jk}	۸۸,۱۷۷^{j}	۹۶,۸۷۵^{gh}	۱۰۵,۳۲۵^{b}
۳۰۰۰	۶۵,۲۵۹^{j}	۶۸,۹۲۳^{ji}	۷۳,۷۶۸^{h}	۸۴,۶۲۹^{h}	۹۰,۷۹۵^{g}
۴۰۰۰	۵۹,۴۸۷^{l}	۶۰,۸۶۷^{kl}	۷۱,۲۱۹^{kl}	۷۸,۱۷۷^{j}	۸۳,۳۵۶^{h}

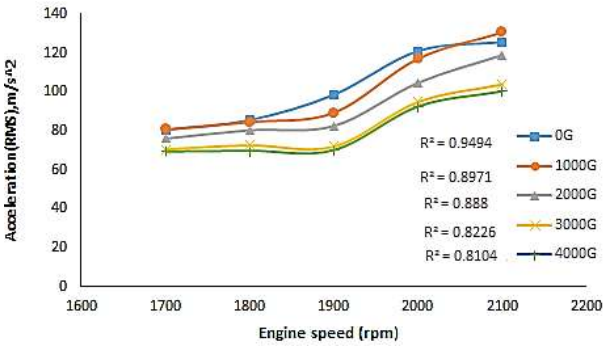
اعداد با حروف یکسان نشان‌دهندهٔ عدم وجود تفاوت معنی‌دار است ($P > 0.05$)



شکل ۷: تأثیر سرعت دورانی موتور تراکتور بر مقدار ر.م.م. شتاب در جهت عمودی و در حوزهٔ زمان ارتعاش برای سوخت‌های مختلف



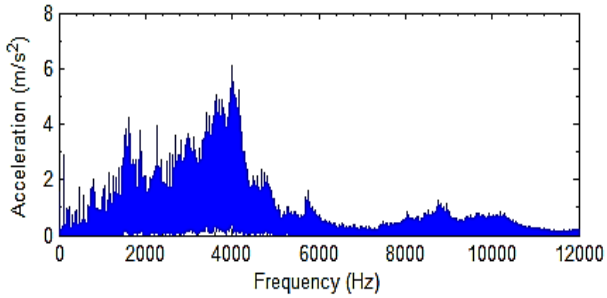
شکل ۸: تأثیر سرعت دورانی موتور تراکتور بر مقدار ر.م.م. شتاب در جهت طولی و در حوزهٔ زمان ارتعاش برای سوخت‌های مختلف



شکل ۹: تأثیر سرعت دورانی موتور تراکتور بر مقدار ر.م.م. شتاب در جهت جانبی و در حوزهٔ زمان ارتعاش برای سوخت‌های مختلف

۳-۶- تحلیل علامت‌های ارتعاشی در حوزهٔ بسامد و طیف ۱/۳ اکتاو علامت شتاب ارتعاش

در شکل ۱۰ نمودار تغییرات شتاب در حوزهٔ بسامد به عنوان نمونه نشان داده شده است. به طور کلی مشاهده تغییرات در طیف نوار باریک نسبتاً مشکل است و با توجه به این‌که تغییرات ایجاد شده توسط متغیرها در تحلیل نوار پهن بسیار واضح‌تر است؛ طیف نوار باریک شتاب ارتعاش برای حصول طیف ۱/۳ اکتاو علامت شتاب ارتعاش پردازش شدند. برای محاسبه نوار ۱/۳ اکتاو مقادیر داده‌های نوار باریک در محدوده‌های بسامدی معین (نوارهای بسامدی) جمع لگاریتمی می‌شوند و بنابراین قله‌های بلند و دره‌های پست و نوسانات زیاد و ناگهانی درعلامت‌های نوار باریک از بین می‌روند [۱۱].



شکل۱۰: تغییرات شتاب در حوزهٔ بسامد (طیف نوار باریک) در دور ۱۷۰۰rmp و جهت عمودی برای سوخت دیزل خالص

در شکل ۱۱ اثر تغییرات نوع سوخت بر طیف ۱/۳ اکتاو شتاب ارتعاش تراکتور برای دو سرعت موتور ۱۷۰۰ و ۱۸۰۰ د.د.د. و در جهت جانبی دیده می‌شود؛ همان‌طور که نمایان است تغییرات نوع سوخت در مقدار شتاب ارتعاش تراکتور در بسامدهای بزرگتر ۸۰۰۰ و کمتر از ۶۰۰ هرتز اثری نداشته و مقدار شتاب ارتعاش کمتر از ۵ متر بر مجذور ثانیه است و در بسامد ۴۰۰۰ هرتز مقدار شتاب در سوخت دیزل خالص بیشترین (با مقدار ۱۱۴,۹ متر بر مجذور ثانیه) و در سوخت ۴۰۰۰ گاوس کمترین مقدار شتاب ارتعاش (۷۰,۲۵ متر بر مجذور ثانیه) را دارد.

این کاهش در شتاب ارتعاش می‌تواند ناشی از شکسته شدن ساختار خوشه‌ای هیدروکربن‌های سوخت و نفوذ بیشتر اکسیژن به قسمت درونی خوشه باشد که بدلیل افزایش یکنواختی و احتراق کامل‌تر باعث افزایش شدت احتراق ثانویه یا نفوذی و کاهش احتراق اولیه می‌شود.

آزاد سازی سریع انرژی در احتراق اولیه سبب وارد آمدن تنش زیاد روی قسمت‌های مختلف موتور شده و ارتعاش و سر و صدا تولید می‌کند.

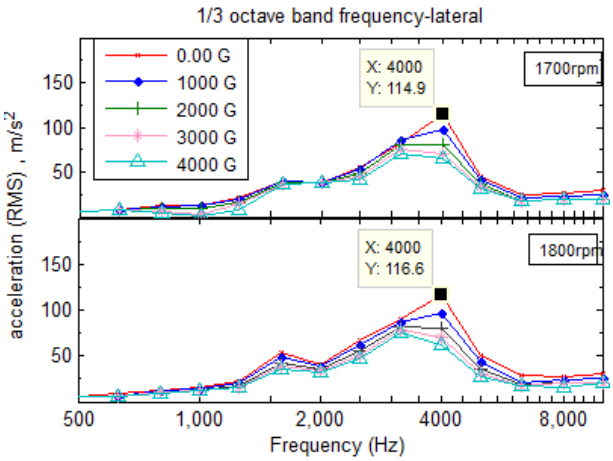
احتراق ثانویه از طرفی کم صداتر است و تنش کمتری بر اندام‌های موتور وارد می‌سازد [۶-۵]. با مقایسهٔ شتاب ارتعاش دور ۱۷۰۰ با مقادیر مربوط به ۱۸۰۰ د.د.د. مشاهده می‌شود که به طور کلی با

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from engineresearch.ir at 11:32 +0330 on Wednesday September 27th 2017

افزایش سرعت دورانی موتور مقادیر شتاب ارتعاشی برای تمامی سوختها تا بسامد ۴۰۰۰ هرتز افزایش داشته است. در بسامدهای بزرگتر مقدار شتاب ارتعاش با شیب بیشتری کاهش می‌یابد که به علت عدم وجود مؤلفه‌های شتاب در بسامدهای بزرگتر، میرایی قطعات مختلف موتور و شاسی است.



شکل ۱۱: تغییرات نوع سوخت بر طیف ۱/۳ اکتاو شتاب ارتعاش تراکتور برای دو سرعت دورانی موتور ۱۷۰۰ و ۱۸۰۰ د.د.د. در جهت جانبی

٤- نتیجه‌گیری

با توجه به مباحث گفته شده می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش سرعت دورانی موتور از ۱۷۰۰ تا ۲۱۰۰ د.د.د.، میانگین ریشهٔ میانگین مربعات شتاب ارتعاش به طور کلی در همه سوختها و جهتها افزایش داشت. همچنین مشاهده شد که تغییرات نوع سوخت در مقدار شتاب ارتعاش تراکتور در بسامدهای بیشتر از ۱۰۰۰ هرتز و کمتر از ۵۰۰ هرتز اثری نداشته و مقدار شتاب کمتر از ۱۰ هرتز است و در بسامد ۴۰۰۰ هرتز مقدار شتاب در سوختدیزل خالص بیشترین مقدار شتاب ارتعاش و سوخت تحت اثر میدان دوقطبی ۴۰۰۰ گاوس کمترین مقدار شتاب ارتعاش را دارد.

این تحقیق مشخص ساخت که با اعمال میدان دوقطبی بر سوخت دیزل و در صورتی که چگالی میدان دوقطبی به اندازهٔ کافی باشد، مقدار ارتعاش موتور تراکتور MF-399 به طور معناداری کاهش می‌یابد.

مراجع

[1] V.K. Tewari, K.N. Dewangan, Effect of vibration isolators in reduction of work stress during field operation of hand tractor, Biosystems Engineering, Vol. 3, pp. 146-158, 2009

[2] V. Goglia, Z. Gospodaric, D. Filipovic, I. Djukic, influence on operator's health of hand-transmitted vibrations from handles of a single-axle tractor, Ann Agric Environ Med, Vol. 13, pp. 33-38, 2006

[3] A. Johar, An experimental investigation of MF-399 diesel engine vibration using D-Series fuel Practical, MSc thesis, Tehran University, Faculty of Aburayhan, Agricultural Machinery Mechanic, Tehran, Iran, 2012 (in Persian).

[4] A. Marsili, L. Ragni, G. Santoro, P. Servadio, G. Vassalini, Innovative systems to reduce vibrations on agricultural tractors: Comparative analysis of acceleration transmitted through the driving seat, Biosystem Engineering, Vol. 81, pp. 35-47, 2002

[5] A. Faris, A. Mezher, F. Zainab, K. Akeel and M. Hazim, Effects of magnetic field on fuel consumption and exhaust emissions in two-stroke engine, Energy Procedia, Vol. 18, pp. 327- 338, 2012

[6] P. Govindasamy, S. Dhandapani, Experimental investigation of cyclic variation of combustion parameters in catalytically activated and magnetically energized two-stroke SI engine, Journal of Energy & Environment, Vol. 6, pp. 46-50, 2007

[7] R.Z. Hricak, Air fuel magnetizer, U.S. Patent, No. 5, pp. 331-807, 1994

[8] R. Tao, X. Xu, Viscosity reduction in liquid suspensions by electric or magnetic fields, international Journal of Modern physics, Vol. 19, pp. 7-9, 2005

[9] N. Rocha, G. Gaspar, L. Carlos, C. Marques, D. S. Vaitsman, A preliminary study on the magnetic treatment of fluids, Petroleum Science and Technology, Vol. 18, pp. 7–9, 2000

[10] A. Taghizadeh-Alisaraei, B. Ghobadian, T. Tavakoli-Hashjin, Vibration analysis of a diesel engine using biodiesel and petrodiesel fuel blends, Fuel, Vol. 102, pp. 414–422, December. 2012

[11] S.R. Hassan-beygi, V. Istan, B. Ghobadian, M. Aboonajmi, An experimental investigation of Perkins A63544 diesel engine performance using D-Series fuel,Tehran. Iran, 2013

www.SID.ir

Archive of SID

The Journal of Engine Research

Journal Homepage: www.engineresearch.ir

Magnetizing the Perkins A63544 engine fuel and its vibratory assessment

S. Darvishi [1*], S. R. Hassan-beygi [2*], B. Ghobadian [3], J. Massah [4]

[1] *University of Tehran, Tehran, Iran, sdarvishi@ut.ac.ir*
[2] *University of Tehran, Tehran, Iran, rhbeigi@ut.ac.ir*
[3] *Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, ghobadib@modares.ac.ir*
[4] *University of Tehran, Tehran, Iran, jmassah@ut.ac.ir*
[*] *Corresponding Author, Telephone Number: +98-9374926422*

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 23 February 2015
Accepted: 29 September 2015

Keywords:
Diesel
Magnetism
Vibration
Hydrocarbons
RMS

ABSTRACT

As a recently introduced method, entrance fuel magnetization, which is obtained from an external magnetic field, is a process through which exhaust gas emissions and fuel supply of internal combustion engines decrease. One of the preconditions of using the magnetized fuel in internal combustion engines is studying about the effects of fuel change on vibration behavior of the engines. Vibration of internal combustion engines can cause failure in engine components and agricultural machinery and vehicle's drivers upset. In this research, diesel fuel in magnetic fields with different intensities of 1000, 2000, 3000 and 4000 Gauss was studied and Vibration signals of six-cylinder diesel engine (tractor MF-399) at five levels of engine speed and in the longitudinal, vertical and lateral directions were measured and recorded. The results show that the Root Mean Square (RMS) amounts of vibration acceleration were the most in the lateral direction and the least in the longitudinal direction (75.78 m/s2 and 44.59 m/s2 respectively). This research also shows that the RMS amounts of vibration acceleration decrease by increasing the magnetic field intensity and the lowest value of RMS belongs to a magnetic field intensity of 4000 Gauss.

© Iranian Society of Engine (ISE), all rights reserved.

Downloaded from engineresearch.ir at 11:32 +0330 on Wednesday September 27th 2017

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from engineresearch.ir at 11:32 +0330 on Wednesday September 27th 2017

www.SID.ir