ساخت دستگاه مانیتورینگ جهت ارزیابی عملکرد سیستم بلبرینگ کلاچ

اصغر محسنی[۱*]، بهزاد محمدی الستی[۲]، مهدی عباسقلی پور قدیم[۲]
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب،mohseni.asghar@yahoo.com
۲- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب، behzad.alasti@gmail.com

چکیده

با توجه به اینکه در خودروها کلاچ اولین عضو به کار رفته در خط انتقال قدرت است، بنا به ساختار داخلی به عنوان کلید قطع و وصل‌کننده و انتقال دهنده قدرت و گشتاور از موتور به چرخ‌ها است. به دنبال این قضیه یکی از عواملی که نقش اساسی در سیستم کلاچ می‌تواند داشته باشد، بلبرینگ کلاچ است. در این پژوهش تنظیم فاصله بلبرینگ کلاچ از دیسک، مقدار زمان کارکرد بلبرینگ‌کلاچ، تعداد دفعات کلاچ‌گیری و لحظه تماس بلبرینگ با دیسک در دستگاه مانیتورینگ به صورت عملی تست و ارزیابی شد و نتایج قابل ارزنده‌ای را در برداشت. این نتایج بیانگر آن است که امکان تست و ارزیابی عمر مفید بلبرینگ، کیفیت بلبرینگ با مارک‌های مختلف و عمر باقی مانده بلبرینگ فراهم می‌باشد. دستگاه با نمایش تماس بلبرینگ با دیسک، این امکان را فراهم می-کند که بلبرینگ زود به زود خراب نگردد و به کمک دستگاه فاصله بلبرینگ از دیسک توسط اپراتور دقیقا قابل تنظیم است. همچنین به علت دقت عملکرد سیستم کلاچ، هزینه تعمیر و نگه داری کلاچ کاهش می‌یابد و با کمک دستگاه، سهولت در تنظیم فاصله دقیق بلبرینگ با دیسک فراهم می‌باشد.

واژه های کلیدی: بلبرینگ کلاچ، چراغ اخطار، دیسک کلاچ، دستگاه مانیتورینگ[۱]، مدت زمان تماس بلبرینگ با دیسک

مقدمه

کلاچ یک وسیله انتقال نیرو، دور و گشتاور موتور بدون کم و کاستی به گیریکس است. با کلاچ کردن می‌توان ارتباط بین موتور و گیربکس را قطع و یا وصل نمود. در کلاچ مکانیکی یک صفحه‌ای، در قسمت میانی فنر خورشیدی، آسیابکی وجود دارد که با بلبرینگ کلاچ (زغال) تماس می‌گیرد. هرگاه نیرو به دو شاخه کلاچ و بلبرینگ وارد شود، آسیابک به سمت داخل هدایت شده و قسمت میانی فنر را به طرف صفحه کلاچ نزدیک می‌کند. در این لحظه فنر روی نقاط اتکا خود حالت الاکلنگی انجام داده و قسمت محیطی آن از روی صفحه کلاچ بلند می‌شود. این عمل موجب حذف نیروی فنر از روی صفحه کلاچ شده و آن را آزاد می‌کند. برای آنکه در حالت کار کلاچ، از تماس گرفتن بلبرینگ کلاچ با آسیابک جلوگیری شود، لقی کمی (۲ تا ۳ میلی متر) بین

[1] Monitoring

آن دو در نظر گرفته می‌شود. وجود این لقی باعث خلاصی کمی در پدال کلاچ شده و پدال بین ۲ تا ۵ سانتی متر کورس اولیه خود را بدون درگیری طی می‌کند تا نیرو به آسیابک اعمال کند. اگر لقی رعایت نگردد، ضریب اصطکاک یا نیروی فشار دهنده دیسک یا نیروی اصطکاک بین صفحه کلاچ، دیسک و فلایول کاهش یافته و ظرفیت انتقال گشتاور به وسیله کلاچ کم می‌شود. در این موقع به علت وجود نیروی مقاوم زیادتری که از طرف جعبه دنده به محور ورودی اعمال می‌شود، تعادل نیروها بین عضو محرک (فلایویل) و عضو متحرک (صفحه کلاچ) از بین رفته و فلایویل سرعت نسبی زیادتری نسبت به صفحه کلاچ به دست می‌آورد. در اثر این سرعت نسبی، لغزش در دستگاه کلاچ به وجود آمده و قدرت خروجی موتور کاملاً به سیستم انتقال قدرت منتقل نمی‌شود (محمدی بوساری، ۱۳۷۲). دوماً اگر لقی بلبرینگ با دیسک رعایت نشود بلبرینگ در اثر تماس اصطکاکی با دیسک ایجاد حرارت و در نتیجه بلبرینگ گریپاژ خواهد کرد. قنبری و همکاران به پژوهش تأثیر ناهمواری‌های موجود در سطح ساچمه بر روی گشتاور اصطکاکی بلبرینگ مورد بررسی قرار دادند. در نهایت پس از انجام تست‌های گوناگون در سرعت‌های مختلف و بارهای ثابت، مشخص می‌گردد که گشتاور اصطکاکی بلبرینگ می‌تواند به عنوان پارامتری جهت تعیین ناهمواری موجود در سطح ساچمه مورد استفاده قرار گیرد (قنبری و همکاران، ۱۳۸۹). سلیمی و همکاران به طراحی و ساخت دستگاه عیب‌یاب بلبرینگ مبتنی بر سیگنالهای ارتعاش پرداختند. با استفاده از این دستگاه می‌توان در خصوص سلامت و یا عیوب موجود در بلبرینگ‌ها و نیز احتمال بروز خرابی در آنها بصورت پیشگویانه اظهار نظر کرد این پیشگویی بر اساس انجام تحلیل‌های کامپیوتری و بررسی داده های تجربی به دست آمده پیشین امکان پذیر می‌باشد (سلیمی و همکاران، ۱۳۹۲). علی‌رغم تحقیقات انجام شده از قسمت‌های مختلف کلاچ توسط محققان پیشین که به آن‌ها اشاره شد. تحقیقاتی همچون موارد زیر روی دستگاه کلاچ انجام نگرفته و برای اولین بار این تحقیقات انجام می‌گیرد.

۱- کنترل دقیق فاصله بلبرینگ کلاچ با دیسک کلاچ
۲- اندازه گیری مقدار مدت زمان کارکرد بلبرینگ کلاچ
۳- لحظه تماس بلبرینگ کلاچ با دیسک کلاچ
۴- تعداد دفعات کلاچ گیری (تعداد دفعات تماس بلبرینگ کلاچ با دیسک کلاچ)

پس ضرورت ایجاب می‌کند، پژوهشی در این رابطه انجام گیرد تا اینکه راه گشایی در جهت بهبود:

۱- عملکرد بهتر سیستم کلاچ، یک وسیله موتوری باشد.
۲- تسریح در کار و دقت مونتاژ سیستم کلاچ باشد.
۳- کاهش هزینه‌های بی مورد در اثر سهل انگاری اپراتور در تنظیمات سیستم کلاچ باشد.

مواد و روش ها

در این تحقیق، عملکرد سیستم کلاچ معمولی پراید توسط دستگاه مانیتورینگ ارزیابی شد. برای ارزیابی عملکرد سیستم کلاچ از این قابلیت استفاده شده است که با توجه به اینکه ساختار قسمت داخلی و عقبی بلبرینگ کلاچ عایق بوده و تنها قسمت بیرونی جلویی آن فلزی و رسانا می‌باشد. با گرفتن اتصال سیمی از قسمت فلزی، در هنگام اتصال بلبرینگ با دیسک کلاچ سبب برقراری جریان بدنه خودرو با برد الکترونیکی می‌شود که از طریق این ارتباط کلیه ارزیابی‌ها صورت می‌پذیرد. برای راحتی انجام این کار به قسمت گلدانی جلویی گیربکس پراید برش زده شد. بعد شفت ورودی گیربکس، روی گیربکس برش خورده سوار شد. در بیرون مجموعه کلاچ پراید روی یک فلایویل مجزا سوار شد. سپس همین مجموعه جمع شده، روی گلدانی جلویی گیربکس برش خورده پراید سوار شد. برای مهار وثابت نگه داشتن حرکت طولی فلایویل و مجموعه کلاچ روی گیربکس از طرف جلوی گلدانی گیربکس از یک پل آهنی استفاده شد. بطوریکه مجموعه کلاچ و فلایویل ما بین پل آهنی و گیربکس قرا گرفت. بعد برای اینکه فلایول بتواند حرکت دورانی داشته باشد ما بین پل آهنی و پشت فلایویل یعنی از قسمت وسط فلایویل به طرف پل آهنی یک بوش فلزی قرار گرفت. به عبارتی یک طرف این بوش فلزی به پل آهنی و طرف دیگر این بوش به بلبرینگ فلایویل تکیه کرد. به طوریکه مجموع دیسک و فلایویل بتواند، روی شفت ورودی گیربکس دوران کند. در ضمن ضخامت بوش فلزی طوری انتخاب شد که دقیقا فاصله فلایویل از گیربکس شبیه فاصله‌ای باشد که روی خود موتور اتفاق می‌افتد (شکل۱).

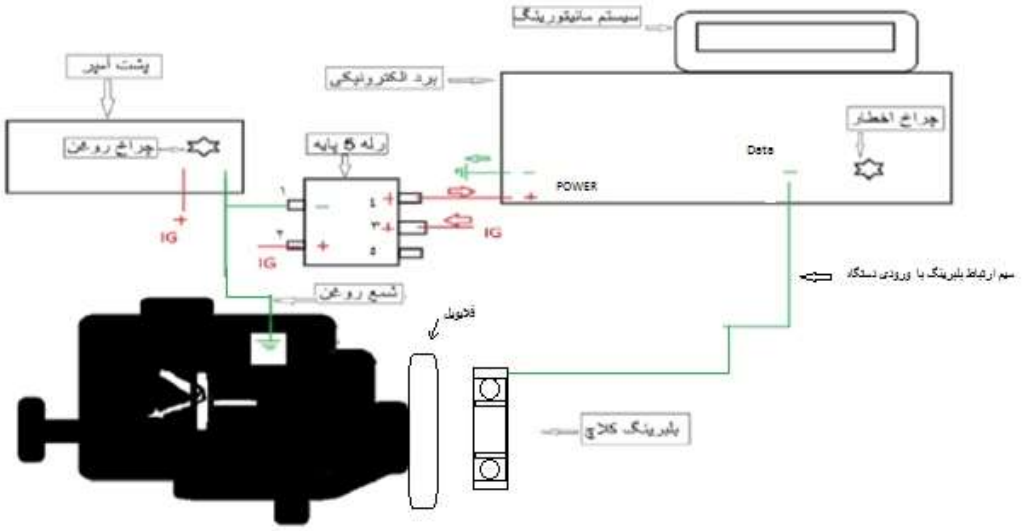
شکل۱. برش خورده یک گیربکس پراید

دستگاه مانیتورینگ در شکل (۲) نیز از لحاظ سخت افزاری طوری طراحی و ساخته شده است که دارای یک برد الکترونیکی همراه با نمایشگر چهار خطی و یک سری قطعات الکترونیکی مانند آی سی[۲] ، مقاومت، خازن و چراغ LED جهت نمایش اخطار

شکل۲. دستگاه مانیتورینگ

[2]Integrated Circuit

تماس بلبرینگ کلاچ با دیسک کلاچ می‌باشد. برنامه داخلی این آی سی توسط نرم افزار AVR به زبان C نوشته شده است. برنامه داخلی آی سی طوری نوشته شده است که با دریافت یک سیگنال منفی، مدت زمان وصل سیگنال وتعداد سیگنال دریافتی به صورت پارآمترهای (ثانیه[3]، دقیقه[4]، ساعت[5]، شمارنده تعداد دفعات کلاچ گیری[6]) در نمایشگر نمایش می‌دهد. همچنین این برنامه مدت زمان وصل سیگنال و لحظه وصل سیگنال را به صورت چراغ نیز نمایش می‌دهد. این دستگاه دارای یک، ورودی برق اصلی می‌باشد که در شکل (۳) این ورودی با کلمه استارت[7] نمایش داده شده است. برق ورودی این دستگاه ۱۲ولت می‌باشد. و این ورودی از طریق رله ۵ پایه و شمع روغن (فشنگی روغن) کنترل می‌شود (شکل۳).

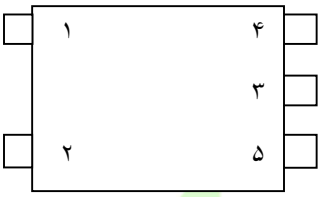


شکل ۳. شماتیک کل قطعات مرتبط با دستگاه مانیتورینگ

با این توضیح که در شمع روغن دیافراگمی وجود دارد که به محض روشن شدن موتور و افزایش فشار روغن، دیافراگم شمع روغن، اتصال منفی را قطع می‌کند. و هر وقت موتور خاموش باشد اتصال منفی به خاطر افت فشار روغن وصل می‌شود (تولا، ۱۳۶۳). این قطع و وصل به عنوان سویچی جهت فعال و غیر فعال کردن رله ۵ پایه می‌باشد. در رله ۵ پایه (شکل ۴)، پایه‌های ۱ و ۲ رله، پایه های کنترل و پایه‌های ۳، ۴ و ۵ آن پایه‌های سویچ هستند (گرشاسبی، ۱۳۸۵). به این صورت که در حالت عادی کار موتور به علت وجود فشار روغن، اتصال منفی شمع روغن، قطع می‌شود. با قطع اتصال منفی، جریان پایه های ۱ و ۲ رله قطع می‌شود. در نتیجه پایه ۳، اتصال خود را از پایه ۵ جدا کرده و به پایه ۴ می چسبد. در این موقعه برق دستگاه تامین می‌گردد. اما به محض برقراری ارتباط جریان کوچک بین پایه های ۱ و ۲ ازطریق شمع روغن به هنگام خاموشی موتور، پایه ۳ اتصال خود را از پایه ۴ جدا کرده و

[3]Second
[4]Minute
[5]Hour
[6]Counter
[7]Power

به پایه ۵ می چسبد (گرشاسبی، ۱۳۸۳). در نتیجه جریان برق ورودی دستگاه قطع می‌شود. لزوماً این فرآیند به این خاطر انتخاب شده است که ثبت وضعیت کاری بلبرینگ توسط دستگاه، در زمان‌هایی که موتور روشن است، انجام گیرد تا ضریب اطمینان سنجش توسط دستگاه مانیتورینگ با دقت بالا انجام گیرد.



شکل ۴. رله ۵ پایه

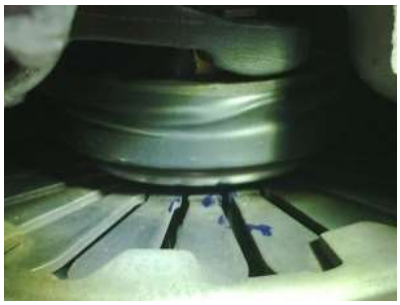
ورودی دوم این دستگاه ورودی دیتا[8] یا ورودی سیگنال منفی می‌باشد. این ورودی دیتا از طریق سیم متصل به قسمت فلزی بلبرینگ تحریک می‌شود. طبق شکل (۵– الف)، ساختار بلبرینگ طوری است که قسمت داخلی و عقبی آن پلاستیک و قسمت بیرونی جلویی آن فلزی می‌باشد. موقع مونتاژ بلبرینگ روی قیفی گیربکس، قسمت داخلی بلبرینگ با قیفی گیربکس و قسمت عقبی با دو شاخه کلاچ کاملا عایق بندی می‌باشد. همانطور که در شکل (۵– ب) پیداست فقط تنها چیزی که به بلبرینگ اضافه شده، یک سیم به قسمت فلزی آن اتصال داده شده است. حال وقتی بلبرینگ روی قیفی گیربکس، توسط دوشاخه کلاچ حرکت داده شود شکل (۶– الف)، قسمت فلزی بلبرینگ می‌تواند درلحظه تماس با فنر خورشیدی (انگشتی‌های دیسک)، اتصال منفی بدنه را به قسمت دیتای برد الکترونیکی ارسال نماید.

ب) با سیم الف) بدون سیم

شکل ۵. بلبرینگ کلاچ

[8] Data

الف)



ب)

شکل ۶. الف) حالت درگیری بلبرینگ با دیسک، ب) حالت خلاصی بلبرینگ با دیسک

روش آزمایش

با نصب دستگاه مانیتورینگ طبق شکل (۳)، آزمایش‌های مربوط به مدت زمان درگیری بلبرینگ کلاچ با دیسک کلاچ، لحظه تماس بلبرینگ کلاچ با دیسک کلاچ، تعداد دفعات کلاچ گیری (شمارنده)، مقایسه زمان نشان داده شده مانیتورینگ با زمان سنج[9] در جدول (۱) انجام شد. توضیح اینکه در تمام مراحل انجام کار به غیر از آزمایش (۱) موتور روشن می‌باشد. سیستم کلاچ آزمایشی نیز همان سیستم کلاچ برش خورده پراید (شکل ۷) و یا (شکل ۱) می‌باشد.

شکل ۷. برش خورده گلدانی جلویی گیربکس پراید

[9] Chronometre

جدول ۱. مراحل تست پارامترها و دستگاه مانیتورینگ

آزمایش	مراحل انجام کار	مشاهده کار انجام شده توسط دستگاه مانیتورینگ
۱	در حالت خاموش بودن موتور، وضعیت کاری دستگاه مانیتورینگ آزمایش شد.	دستگاه مانیتورینگ خاموش بود.
۲	در حالت روشن بودن موتور، وضعیت کاری دستگاه مانیتورینگ آزمایش شد.	دستگاه مانیتورینگ روشن بود.
۳	در حالت آزاد پدال کلاچ آزمایش انجام گرفت.	تغیری در پارآمترهای دستگاه مانیتورینگ ایجاد نشد. چراغ اخطار خاموش بود.
۴	پدال کلاچ به مدت ۱۰S فشرده شد.	چراغ اخطار روشن بود. پارآمترهای زمان در نمایشگر دستگاه مانیتورینگ تغیر نکرد.
۵	پدال کلاچ به مدت ۱۰S فشرده و آزاد شد.	چراغ اخطار به مدت ۱۰ ثانیه روشن و بعد خاموش شد. پارآمتر ثانیه در نمایشگر به اندازه ۱۰S تغیر کرد. پارامتر شمارنده به اندازه یک بار تغیر کرد.
۶	پدال کلاچ به مدت ۳۶۸۰S فشرده شد و بعد پدال کلاچ آزاد گردید.	پارامترهای (ثانیه، دقیقه، ساعت، شمارنده تعداد دفعات کلاچ گیری)، بدست آمده با پارآمترهای موجود قبلی جمع شد. چراغ اخطار در این بازه زمانی روشن بود.
۷	پدال کلاچ به مدت ۵S با زمان سنج فشرده و آزاد شد.	پارآمترهای (ثانیه، دقیقه، ساعت، شمارنده تعداد دفعات کلاچ گیری)، به اندازه ۵S نسبت به پارآمترهای قبلی تغیر کرد. چراغ اخطار ۵S روشن بود و بعد خاموش شد.
۸	پدال کلاچ به مدت ۰.۱S با زمان سنج فشرده و آزاد می‌شود. این عمل به تعداد ۱۰ بار انجام گرفت.	پارآمتر ثانیه به اندازه ۱S تغیر کرد. پارآمتر شمارنده به اندازه ۱۰ بار تغیر کرد. چراغ اخطار به تعداد ۱۰ بار خاموش و روشن شد.
۹	توسط پدال کلاچ، بلبرینگ کلاچ را به انگشتی دیسک تماس داده شد.	چراغ اخطار روشن شد.
۱۰	جهت تنظیم فاصله دقیق بلبرینگ از دیسک ابتدا مهره پیچ تنظیم سیم کلاچ را آنقدر سفت می کنیم تا چراغ اخطار روشن شود. بعد از این مرحله مهره را به قدری باز می کنیم تا چراغ اخطار خاموش گردد.	با حرکت جزئی پدال کلاچ چراغ اخطار روشن می‌شود.

نتایج و بحث

آزمایش‌های ۱، ۲ و ۳ نتایج عملکرد دستگاه مانیتورینگ را نشان می‌دهد. این نتایج بیانگر آن است که رله ۵ پایه و شمع روغن (فشنگی روغن) سالم بوده و درست عمل می‌کند.

آزمایش ۴ نتایج عملکرد چراغ اخطار و پارآمترهای (ثانیه، دقیقه، ساعت، شمارنده تعداد دفعات کلاچ گیری)، را نشان می‌دهد. این نتایج بیانگر آن است که هر وقت بلبرینگ با دیسک تماس دارد، هیچ تغیری در پارآمترها ایجاد نمی‌شود. ولی چراغ اخطار با دریافت اتصال بدنه روشن می‌ماند.

آزمایش ۵ نتایج عملکرد چراغ اخطار و پارآمترهای (ثانیه، دقیقه، ساعت، شمارنده تعداد دفعات کلاچ گیری)، را نشان می‌دهد. این نتایج بیانگر آن است که هر وقت بلبرینگ از دیسک جدا شود، اعداد پارآمترها تغیر می‌کند. ولی چراغ اخطار با قطع اتصال بدنه خاموش می‌شود.

آزمایش ۶ نتایج عملکرد چراغ اخطار و پارآمترهای (ثانیه، دقیقه، ساعت، شمارنده تعداد دفعات کلاچ گیری)، را نشان می‌دهد. این نتایج بیانگر آن است که هر وقت بلبرینگ با دیسک در تماس باشد، اندازه مدت زمان تماس بلبرینگ با دیسک با زمان‌های قبلی موجود در نمایشگر جمع می‌شود.

آزمایش ۷ نتایج عملکرد چراغ اخطار و پارآمترهای (ثانیه، دقیقه، ساعت، شمارنده تعداد دفعات کلاچ گیری)، را نشان می‌دهد. این نتایج بیانگر آن است که زمان‌هایی که نمایشگر نشان می‌دهد با زمان کرونومتر یکی است.

آزمایش ۸ نتایج عملکرد صحیح زمان واقعی با زمان نمایشگر، را نشان می‌دهد. این نتایج بیانگر آن است که زمان‌هایی که نمایشگر نشان می‌دهد با دقت ۰/۱ s حساسیت دارد. و تعداد دفعات کلاچ گیری در مقابل عبارت شمارنده درست ثبت می‌شود.

آزمایش ۹ نتایج عملکرد چراغ اخطار را نشان می‌دهد. این نتایج بیانگر آن است که هر وقت بلبرینگ به دیسک بچسبد. چراغ اخطار روشن می‌شود.

آزمایش ۱۰ نتایج عملکرد تنظیم فاصله بلبرینگ از دیسک را نشان می‌دهد. این نتایج بیانگر آن است که بلبرینگ از دیسک در حداقل فاصله قرار گرفته است.

نتیجه گیری

نتایجی که از بررسی و ارزیابی عملکرد سیستم کلاچ توسط دستگاه مانیتورینگ می‌توان استخراج کرد عبارتند از:

۱- امکان تست و ارزیابی عمر مفید بلبرینگ و کیفیت بلبرینگ با مارک‌های مختلف فراهم می‌باشد.

۲- دسترسی به مقدار باقی مانده عمر مفید بلبرینگ کلاچ روی سیستم کلاچ فراهم می‌باشد.

۳- دستگاه با نمایش، تماس بلبرینگ با دیسک، این امکان را فراهم می‌کند که بلبرینگ زود به زود خراب نگردد.

۴- به کمک دستگاه فاصله بلبرینگ از دیسک توسط اپراتور دقیقا قابل تنظیم است.

۵- به علت دقت عملکرد سیستم کلاچ، هزینه تعمیر و نگه داری کلاچ کاهش می‌یابد.

۶- با کمک دستگاه، سهولت در تنظیم فاصله دقیق بلبرینگ با دیسک فراهم می‌باشد.

منابع

۱- تولا، م.، محمدی بوساری، م. ۱۳۶۳. تکنولوژی کارگاهی برق اتومبیل. انتشارات فرهنگ.
۲- سلیمی، م.، قاینی، م. ۱۳۹۲. طراحی و ساخت دستگاه عیب‌یاب بلبرینگ مبتنی برسیگنالهای ارتعاش. کنگره ملی مهندسی برق کامپیوتر و فناوری اطلاعات، مشهد.
۳- قنبری، ا.، قادری، ا.، اللهیاری، م. ۱۳۸۹. تأثیر ناهمواری سطح ساچمه بر گشتاور اصطکاکی. ششمین کنفرانس ملی نگهداری و تعمیرات، تهران.
۴- گرشاسبی، س. ۱۳۸۵. آشنایی و عیب‌یابی سیستمهای انژکتوری، مولتی پلکس و الکترونیک پژو ۲۰۶ ایران. انتشارات کوهسار.
۵- گرشاسبی، س. ۱۳۸۳. آشنایی و عیب‌یابی الکترونیک پژو ۴۰۵ و سیستم‌های انژکتوری پیکان و سمند. انتشارات کوهسار.
۶- محمدی بوساری، م. ۱۳۷۲. مبحث انتقال قدرت. انتشارات فرهنگ.

Construction of Monitoring Device for Performance Evaluation of Clutch Bearing System

Asghar Mohseni [1*], Behzad Mohammadi Alasti[2] and Mehdi Abbasgholipour[2]

1- MSc Student, Department of Agricultural Machinery Engineering, Bonab Branch, Islamic Azad University, mohseni.asghar@yahoo.com
2- Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, Bonab Branch, Islamic Azad University, behzad.alasti@gmail.com

Abstract

Pay attention to in cars, clutch is the first Applied member at power transmission lines; it is as a switching key and transmission of power and torque from the engine to the wheels. One of the factors that can have a major role in the clutch system is the clutch bearing. In this study, set of the clutch bearing distance from the disk, working time of the bearing, number of clutch taking and contact moment of bearings with disk was tested and evaluated experimental in the monitoring device. The results indicate that it is possible to test and evaluate the useful life of bearing and bearings quality with different brands and remaining life of the bearing. Device with Contact display of bearings with Disk makes it possible that the bearing is not damaged quickly and by device help, bearing distance from disk is adjustable by operator exactly. Also, due to the performance accuracy of clutch system, clutch maintenance costs are reduced and with the help of this device, set of the bearing exact distance with disk is possible easily.

Keywords: Bearings, Clutch, Clutch disc, Warning light, Bearings contact time with disk, monitoring device.