ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۱	۱۱	۱۲

عیب‌یابی موتورهای الکتریکی

هدف‌های رفتاری: از هنرجو انتظار می‌رود در پایان این فصل بتواند :

۱ــ عیب‌های مکانیکی را تشخیص دهد و رفع کند.

۲ــ عیب‌های الکتریکی را تشخیص دهد و رفع کند.

۹ــ عیب‌یابی موتورهای الکتریکی

تشخیص عیب و رفع آن در ماشین‌های الکتریکی اهمیت خاصی دارد. به همین دلیل این مبحث در کتاب حاضر در یک فصل جداگانه آمده است. تشخیص عیب در اولین مرحله کار تعمیراتی است و رفع آن در مرحله‌ی بعدی قرار دارد.

یافتن عیب موتورها را می‌توان به تشخیص نوع بیماری یک فرد توسط پزشک تشبیه کرد تا پزشک بیماری را به درستی تشخیص ندهد، نمی‌تواند برای بهبود بیمار قدمی بردارد و تمام نسخه‌هایی که می‌نویسد، تأثیری در بهبود وضع بیمار نخواهد داشت. به همین ترتیب، اگر عیب اصلی ماشین شناخته نشود یا ماشین را نمی‌توان تعمیر کرد و یا اگر به دلیل وجود آن عیب، عیب دیگری پیدا شود و ما آن عیب دومی را برطرف کنیم، موتور مجدداً معیوب می‌شود و به همان حالت اول در می‌آید ؛ مثلاً اگر محور موتور لنگی داشته باشد، بلبرینگ‌ها و بوش‌ها را خراب خواهد کرد. در این‌جا اگر، به جای رفع عیب اصلی ــ یعنی کجی محور موتور ــ فقط به تعویض بلبرینگ‌ها یا بوش‌ها بپردازیم، چون محور موتور هم‌چنان کج است دوباره بعد از مدتی، رتور بوش‌ها و بلبرینگ‌ها را خراب خواهد کرد.

کسب مهارت در عیب‌یابی بیش‌تر در اثر تجربه‌ی عملی به‌دست می‌آید نه با خواندن کتاب و جزوه اما به هر حال، آگاهی از برخی نکات کلی و عمومی در این زمینه برای کسانی که تازه می‌خواهند این کار را شروع کنند، بسیار مفید است.

البته به دلیل محدود بودن حجم کتاب و زمان آموزش دراین‌جا فقط به ذکر مطالب کلی و آن هم به اختصار اکتفا شده است. لذا کسانی که مایل به یادگیری مطالب بیش‌تری در این زمینه هستند، می‌توانند به منابع موجود مراجعه کنند.

برای تشخیص عیب، روش‌های مختلفی وجود دارد. بعضی عیب‌ها را فقط با مشاهده‌ی عینی می‌توان تشخیص داد. تعداد دیگری را از روی تغییر خصوصیات الکتریکی و تعدادی را با صدای مخصوصی که در هنگام کار تولید می‌کنند.

بنابراین نظریه‌ی عیب‌یابی از راه‌های مختلف صورت می‌گیرد که ما در این‌جا در بخش عیب‌های مکانیکی از روش مشاهده‌ی عینی و آزمایش با دست و در بخش عیب‌های الکتریکی از روش تغییر خصوصیات الکتریکی برای عیب‌یابی ماشین‌ها استفاده خواهیم کرد.

به طورکلی هر وسیله‌ی الکتریکی ممکن است دو نوع عیب عمده پیدا کند : الف ــ عیب در قطعات مکانیکی (عیب‌های مکانیکی) ب ــ عیب در مسیر جریان (عیب‌های الکتریکی).

۱ــ۹ــ تشخیص عیب‌های مکانیکی و رفع آن‌ها

عیب‌های مکانیکی ناشی از خرابی قطعات متحرک و غیرمتحرک است. این قطعات را که به دلایل مختلفی ممکن است خراب شوند، باید تعمیر یا تعویض کرد. در این جا به برخی از این خرابی‌ها و دلایل عمده‌ی آن‌ها اشاره می‌کنیم.

۱ــ۱ــ۹ــ شکستگی بدنه و درپوش‌ها (قالپاق‌ها):

شکستگی بدنه یا درپوش‌ها معمولاً در اثر ضربه‌های ناگهانی ناشی از برخورد جسمی به ماشین یا فشار بیش از حد وسیله‌ای بر روی بدنه یا قالپاق‌های آن و عواملی نظیر این‌ها به وجود می‌آید. معمولاً حجم قطعه‌ی شکسته شده کمی افزایش می‌یابد و شکستگی قطعه‌ای مانند قالپاق در بعضی مواقع باعث به هم خوردن تعادل ماشین می‌شود و تعدادی از قطعات متحرک و بعضی قطعات غیرمتحرک آن، جابه‌جا می‌شوند.

برای تشخیص این عیب باید همه‌ی قسمت‌های بدنه و درپوش‌ها را دقیقاً وارسی کرد در صورت مشاهده ترک یا شکستگی در بدنه، باید آن را در صورت امکان جوش دهیم و درصورت مشاهده‌ی شکستگی در قالپاق‌ها باید آن‌ها را عوض کنیم. بنابراین، در هر موتور معیوب باید ابتدا بدنه و درپوش‌ها را کاملاً بازدید کرد و در صورت سالم بودن آن‌ها به سراغ قطعه‌های دیگر رفت.

۲ــ۱ــ۹ــ خرابی بلبرینگ‌ها، بوش‌ها و یاتاقان‌ها:

این قطعات در موتور دو وظیفه‌ی مهم به عهده دارند : اول، تکیه‌گاه هستند و فشار وارد شده را تحمل می‌کنند ؛ دوم اصطکاک میان قطعات ثابت و متحرک را کاهش می‌دهند. به همین دلیل، بازرسی منظم و روغن‌کاری و سرویس مرتب آن‌ها نقش مهمی در کارکرد مناسب موتور دارد و امری ضروری است. تناوب روغن‌کاری و گریس‌کاری به عوامل مختلفی از جمله زمان کارکرد مؤثر، شرایط آب و هوا و نظیر این‌ها بستگی دارد. معمولاً کارخانه‌های سازنده، دستورالعمل مربوط به فواصل منظم روغن‌کاری، نوع روغن گریس‌کاری و نوع گریس و شرایطی که موتور برای کارکردن در آن ساخته شده است را در کاتالوگ دستگاه ذکر می‌کنند. باید تا حدّ ممکن این دستورالعمل‌ها را به‌طور دقیق اجرا کرد.

در صورت خرابی وسایل یاد شده، معمولاً موتور به سختی حرکت می‌کند یا هنگام کار، لرزشی غیرعادی دارد و ممکن است صدایی غیرعادی ایجاد کند.

خرابی بلبرینگ‌ها، بوش‌ها و یاتاقان‌ها به سه دلیل عمده‌ی زیر ممکن است اتفاق بیفتد :

الف : نرسیدن به موقع روغن یا گریس به این قطعات روغن‌کاری یا گریس‌کاری نامناسب.

ب : استفاده از موتور در محیطی کثیف‌تر از آن‌چه موتور برای آن ساخته شده است.

پ : فشار بار بیش از حد روی موتور.

الف : در مورد روغن‌کاری و گریس‌کاری به موقع اولین چیزی که باید مورد توجه قرار گیرد، دستورالعمل کارخانه‌ی سازنده است. روغن‌کاری باید با تناوبی که در دستورالعمل سرویس و نگه‌داری وسیله آمده و با همان نوع روغنی که کارخانه ذکر کرده است، انجام گیرد. اگر روغن به موقع و به اندازه‌ی کافی و نوع مناسب به این قطعات نرسد، در محل سایش به یک‌دیگر و در اثر اصطکاک بیش از حد، گرمای زیادی ایجاد می‌شود که ممکن است باعث انبساط و در نتیجه خرابی و شکستگی همان قطعات و حتی دیگر قسمت‌های موتور بشود.

علاوه بر رعایت فواصل منظم روغن‌کاری و استفاده از روغن مناسب، عامل دیگری که باید در نظر گرفته شود، چگونگی نصب موتور است. گاهی پیش می‌آید که علی‌رغم این که موتور را به طور منظم و در فواصل زمانی کم و با روغن مناسب روغن‌کاری می‌کنیم اما بلبرینگ‌های موتور مرتباً خراب می‌شوند. دلیل این امر ممکن است این باشد که موتور به طور صحیح نصب نشده است.

برای مثال، اگر موتوری را که برای نصب عمودی ساخته شده است روی پایه‌ی افقی نصب کنند، به دلیل غلط قرار گرفتن محفظه‌ی روغن، به رغم روغن‌کاری مرتب، روغن به قسمت‌های

لازم نمی‌رسد و در نتیجه بلبرینگ‌ها یا یاتاقان‌ها خراب می‌شوند.

بنابراین، در مواردی قبل از تعویض بلبرینگ‌ها و سایر قطعات خراب شده باید توجه کنیم که موتور تحت همان شرایطی نصب شده باشد که برای آن ساخته شده است.

ب : بسته به این که موتور در چه محیطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. معمولاً درپوش‌ها و حفاظ موتور را متناسب با محیطی که موتور در آن مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌سازند. مثلاً نوع بدنه و درپوش موتور پمپی که باید در داخل چاه آب قرار گیرد و آب را پمپ کند با بدنه و درپوش‌های موتور پمپ یک دستگاه شوفاژ که در معرض رطوبت و آب کم‌تری است، متفاوت ساخته می‌شود و نمی‌توان موتوری را که برای کار اول ساخته شده است در محیط دوم به‌کار برد و به‌عکس یا مثلاً نمی‌توان موتور یک دستگاه ماشین تراش را در یک دستگاه ماشین سنگ خردکنی که محیط غبارآلودی است به کار برد ؛ حتی اگر قدرت آن‌ها با هم برابر باشد.

بنابراین، اگر به موتوری برخوردیم که به رغم روغن‌کاری منظم بلبرینگ‌ها یا سایر قطعات آن زود خراب می‌شود، قبل از تعویض بلبرینگ‌ها و سایر قطعات باید توجه کنیم که آیا نوع بدنه درپوش‌ها، بلبرینگ‌ها با محیطی که موتور در آن کار می‌کند متناسب است یا نه. در صورت نامناسب بودن موتور، عاقلانه‌ترین کار تعویض آن با موتوری است که متناسب با محیط مورد نظر باشد. در صورتی که این کار ممکن نباشد، باید ابتدا حفاظ مناسبی برای نگهداری موتور در برابر نفوذ آب و گردوغبار و غیره بسازیم و سپس به فکر تعویض قطعات خراب شده بیفتیم. به هر حال، درشرایطی که تحت تأثیر عوامل خارج از کنترل ما، موتور باید درشرایطی نامطلوب‌تر از آن‌چه برای آن ساخته شده است کار کند، روغن‌کاری بیش‌تر، به کار کرد بهتر موتور کمک خواهد کرد ؛ گرچه این راه حل اصلی مشکل نیست.

پ : وارد شدن فشار و بار بیش از حد روی موتور. چنان‌چه در یک موتور به رغم روغن‌کاری صحیح و کار کردن موتور در محیط مناسب با خراب شدن مکرر بلبرینگ‌ها و یاتاقان‌ها روبه‌رو می‌شویم، به ویژه اگر این امر همراه با شکستگی بلبرینگ‌ها و تاب برداشتن محور موتور باشد، دلیل خرابی، به احتمال زیاد وارد آمدن بار بیش از حد روی موتور است. در این‌گونه موارد، باید به دو مطلب توجه کنیم ؛ اول این که بار زیادتر از حد مجاز به موتور داده نشود و دوم این که نصب موتور چه از نظر افقی و عمودی بودن و چه از نظر محکم بودن در جای خود و عدم لرزش، صحیح باشد. در صورتی که موتور صحیح نصب نشده یا لرزش داشته باشد، فشار بیش‌تری به بلبرینگ‌ها و یاتاقان‌ها وارد می‌آید و موجب سوختن یا شکستگی آن‌ها می‌شود. در این‌گونه موارد، باید ابتدا موتور را به طرز صحیح و محکم نصب کرده و سپس قطعات خراب شده را تعویض کرد.

علاوه بر موارد ذکر شده اگر بار قرار گرفته روی محور موتور دارای لنگی باشد، چنین معایبی را سبب می‌شود. برای تشخیص دادن خرابی بلبرینگ‌ها، بوش‌ها و یاتاقان‌ها روش‌های مختلفی وجود دارد. ابتدا با مشاهده‌ی عینی و نگاه کردن سالم یا معیوب بودن قطعات یاد شده را می‌توان تشخیص داد. مثلاً اگر ساچمه‌های یک بلبرینگ ریخته باشند به وضوح مشاهده می‌شود که بلبرینگ خراب است تشخیص یا شکسته بودن بوش نیز به همین صورت امکان‌پذیر است.

در صورتی که با چشم نتوان عیب‌های فوق را تشخیص داد، باید با آزمایش‌های ساده معین کرد که این وسایل خراب هستند یا نه. برای این کار ابتدا محور موتور را به طرف چپ و راست می‌چرخانیم تا ببینیم موتور به راحتی می‌گردد یا نه یا این‌که صدای غیرعادی از آن ایجاد می‌شود یا نه. در صورتی که حرکت رتور سخت بوده یا صدای غیرعادی داشته باشد، امکان خرابی بوش‌ها یا بلبرینگ‌ها وجود دارد. بالاخره در مرحله‌ی آخر محور موتور را به سمت بالا یا پایین حرکت می‌دهیم تا ببینیم محور موتور لقی دارد یا نه (لقی حدود ۰/۳۹ میلی‌متر طبیعی است). در صورتی که لقی داشته باشد حتماً یکی از وسایل آن معیوب شده است که باید آن را تعویض کرد. پس از تعویض نیز باید مجدداً آن‌ها را روغن‌کاری یا گریس‌کاری نمود و در نهایت، عللی را که باعث خرابی آن‌ها شده است (مانند کار زیاد از حد، بار نامتعادل روی محور رتور، زنگ‌زدگی و غیره) از بین برد.

۳ــ۱ــ۹ ــ لنگی محور رتور: گاهی به دلیل خرابی بلبرینگ‌ها، بوش‌ها و یاتاقان‌ها لنگی بار (نامتعادل بودن باری که روی محور موتور وصل شده است)، رتور کمی تاب برمی‌دارد و از حد تعادل مکانیکی خارج می‌شود. که در اصطلاح می‌گویند محور از بالانس خارج شده است. در این حالت، لرزش موتور به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد و تکیه‌گاه‌ها را خراب می‌کند.

معمولاً در چنین حالتی موتور راحت نمی‌چرخد و تولید صدا نیز می‌کند. لنگی محور رتور گاهی آن‌قدر زیاد است که با چشم می‌توان آن را دید.

اگر لنگی محور رتور را با چشم نتوان تشخیص داد، می‌توان رتور را از بدنه جدا کرد و سپس به دستگاه بالانس یا دستگاه دیگری که در دسترس باشد (مانند ماشین تراش) وصل کرد و لنگی آن را تشخیص داد.

در این صورت، پس از بستن رتور به ماشین تراش آهسته سه نظام را به حرکت در می‌آوریم. اگر رتور لنگی داشته باشد به‌خوبی مشخص می‌شود. در صورت خم شدگی محور رتور باید آن را تعویض کرد.

۴ــ ۱ــ۹ــ در گیرشدن رتور با استاتور: رتور با فاصله‌ی هوایی بسیار کمی (حدود چند دهم میلی‌متر) از استاتور جدا می‌شود. این فاصله‌ی هوایی در سطح جانبی داخل استاتور باید به یک اندازه باشد. گاهی به دلیل خرابی بلبرینگ‌ها، بوش‌ها یا جابه‌جا شدن قالپاق‌های موتور و شکستگی آن‌ها رتور از حالت تعادل خارج شده و با استاتور درگیر می‌شود. علاوه بر این، جابه‌جا شدن ورقه‌های استاتور یا پر شدن فاصله‌ی هوایی با گردوخاک یا کثیف شدن سطح رتور یا استاتور نیز می‌تواند عامل درگیری رتور با استاتور باشد. این جریان معمولاً با صدا همراه است. در ضمن، موتور در این حالت به سختی حرکت می‌کند. اگر این عیب به‌سرعت برطرف نشود، استاتور و سطح رتور خراب خواهد شد.

به علاوه، این امر به سرعت موجب خراب شدن بلبرینگ‌ها نیز می‌شود. برای تشخیص این عیب می‌توان رتور را به چپ و راست چرخاند. در صورتی که رتور آزاد نشود و صدای درگیر شدن نیز بدهد، حتماً یکی از عیب‌های ذکر شده را دارد.

۲ــ۹ــ تشخیص عیب‌های الکتریکی و رفع آن

بعد از این‌که مطمئن شدیم ماشین الکتریکی ما عیب مکانیکی ندارد، به سراغ عیب‌های الکتریکی خواهیم رفت. عیب‌الکتریکی در مسیرهای جریان برق به وجود می‌آید. این عیوب عموماً به سه صورت زیر ممکن است ایجاد شوند :

الف : قطع شدگی

ب : اتصال بدنه

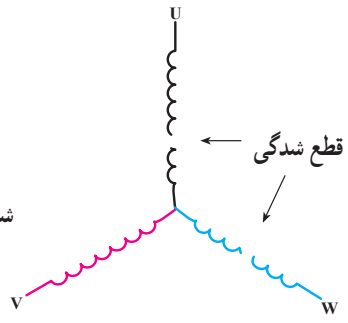
پ : اتصال کوتاه حلقه‌ها

برای تشخیص نوع عیب می‌توان از تغییراتی که در خصوصیات کار موتور پدیدار می‌شوند، استفاده کرد. در این‌جا عیوب عمومی موتورهای سه فاز و یک‌فاز و حتی در برخی موارد تنها عیوب موتورهای سه فازه ذکر خواهد شد ؛ زیرا موتورهای یک‌فازه معمولاً عیب‌هایی پیدا می‌کنند که نظیر آن‌ها در موتور سه‌فاز به وجود نمی‌آید. به این دلیل، عیب‌یابی موتورهای یک‌فاز جداگانه گفته خواهد شد.

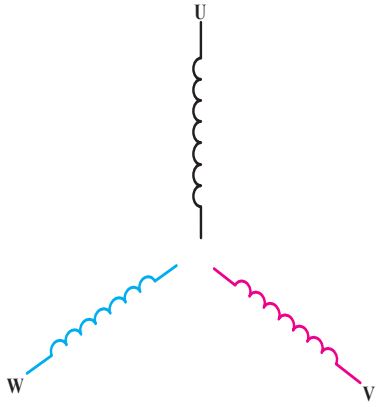
۱ــ۲ــ۹ــ موتورهای سه فاز: برای مشاهده‌ی تغییر خصوصیات کار، باید ابتدا در مسیر هر یک از فازها یک آمپرمتر مناسب به همراه فیوز قرار داد و سپس موتور را برای چند لحظه کوتاه به ولتاژ نامی وصل کرد. با اتصال موتور برای چند لحظه به‌برق اتفاقات زیر ممکن است رخ دهند.

الف: موتور هیچ‌گونه عکس‌العملی از خود نشان ندهد و آمپرمترها نیز هیچ‌گونه جریانی را نشان ندهند.

۱ــ *اتصال ستاره:* در این حالت در مسیر سیم‌پیچی فازها قطع شدگی وجود دارد که ممکن است مانند شکل ۱ــ۹ این قطع شدگی در داخل کلاف‌ها یا مانند شکل۲ــ۹ در نقطه‌ی صفر ستاره باشد. برای کسب اطمینان از قطع شدگی باید مقاومت بین دو فاز را اندازه گرفت.

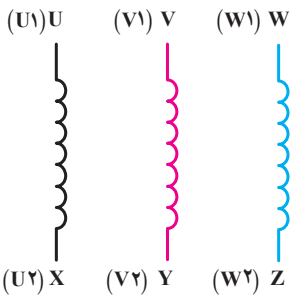


شکل ۱ــ۹ــ قطع شدگی در سیم‌پیچ یک فاز



شکل ۲ــ۹ــ قطع شدگی در محل نقطه‌ی صفر ستاره

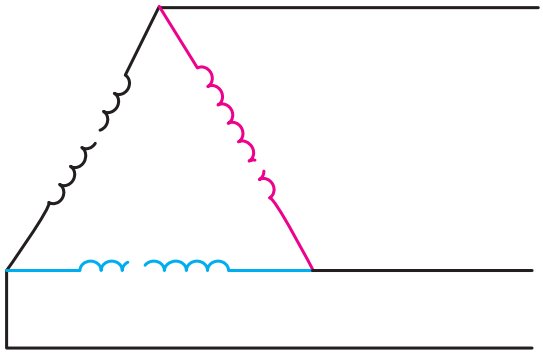
در این حالت، مقاومت بین دو فاز باید . باشد. برای این‌کار می‌توان از اهم‌متر یا یک لامپ سری با سیم‌پیچ هر فاز استفاده کرد. بدین ترتیب باید اتصالات سر و ته گروه کلاف‌های موتور را از یک‌دیگر جدا کنیم و سپس مانند شکل ۳ــ۹ مقاومت اتصالات گروه کلاف‌های هر سیم‌پیچ را اندازه بگیریم. درصورتی‌که مقدار مقاومت در هر یک از گروه کلاف‌ها بی‌نهایت باشد (در آزمایش با لامپ، لامپ روشن نشود) قطع شدگی درداخل گروه کلاف خواهد بود.



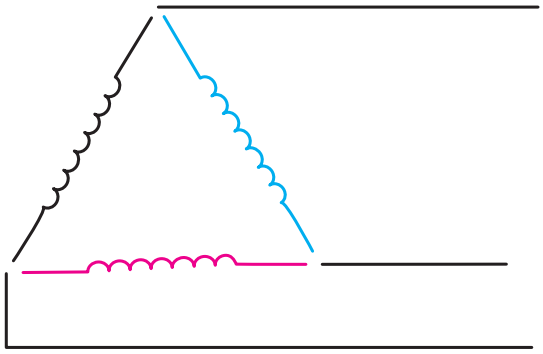
شکل ۳ــ۹ــ قطع شدگی در سیم‌پیچ یک فاز

در اغلب موارد باید سیم‌پیچی موتوری را که سیم‌پیچ‌های آن قطع‌شدگی دارند، تجدید کرد. اگر مقاومت بین $U-X$ و $V-Y$ و $W-Z$ حدود اهم باشد، علت نشان ندادن آمپرمترها، باز بودن نقطه‌ی صفر ستاره است که باید این نقاط را با دقت به‌یکدیگر وصل کرد و سپس با اهم‌متر مقاومت بین دو فاز را مجدداً اندازه گرفت. اگر مقدار مقاومت حدود اهم بود، موتور سالم است.

۲ــ *اتصال مثلث:* اگر اتصال موتور مثلث باشد و آمپرمترها هیچ جریانی را نشان ندهند، قطع‌شدگی یا مانند شکل ۴ــ۹ در هر سه گروه کلاف فازها یا این‌که مانند شکل ۵ــ۹ در محل اتصال گروه کلاف‌های فازها به یکدیگر است.

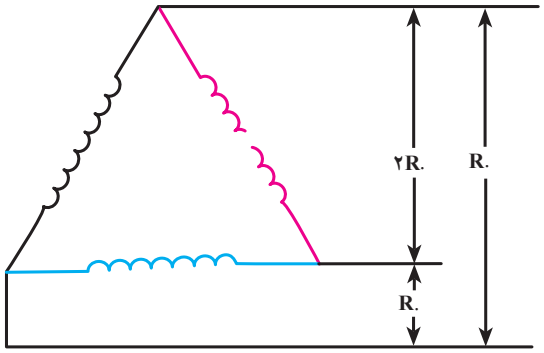


شکل ۴ــ۹ــ قطع شدگی در هر سه سیم‌پیچ



شکل ۵ــ۹ــ قطع شدگی در محل اتصال سیم‌پیچ‌ها

ب: بعد از وصل موتور سه فازه به شبکه، موتور راه نیفتاده است ولی ارتعاش می‌کند و صدا می‌دهد. اگر اتصال کلاف‌های موتور به صورت ستاره باشد و یکی از آمپرمترها جریانی را نشان ندهد، رتور را با دست در یک جهت گردش در می‌آوریم. موتور در همان جهت شروع به حرکت خواهد کرد. نتیجه می‌گیریم که گروه کلافی که آمپرمتر آن جریانی را نشان ندهد، قطع شده است. در این صورت، با دنبال کردن مسیر جریان می‌توانیم محل قطع‌شدگی را که در سیم‌های رابط و یا در کلاف موتور است پیدا کنیم. در صورتی که اتصال کلاف‌های موتور به صورت مثلث باشد و آمپرمترها نیز مقادیر مختلفی را نشان بدهند، احتمالاً یکی از کلاف‌های موتور قطع است که می‌توان مانند شکل ۶ــ۹



شکل ۶ــ۹ــ قطع شدگی در سیم‌پیچ یک فاز

با اندازه‌گیری مقاومت گروه کلاف‌های هر فاز، گروه کلاف قطع شده را تشخیص داد.

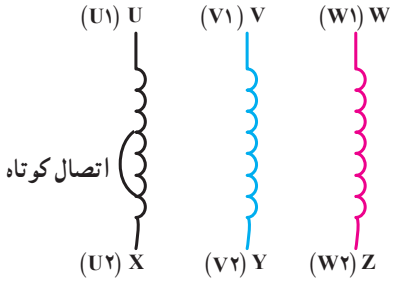
دو سر کلافی که در آن قطع‌شدگی اتفاق‌افتاده باشد، دوبرابر دیگر کلاف‌ها، از خود مقاومت نشان می‌دهد.

پ: بعد از وصل موتور سه فاز به شبکه، موتور راه افتاده است ولی به دور نامی نمی‌رسد.

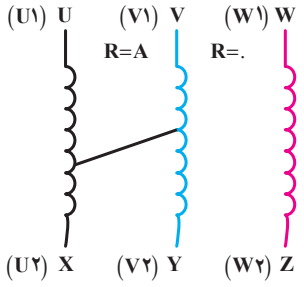
معمولاً اتصال بدنه یا اتصال کوتاه حلقه‌ها می‌تواند چنین اشکالی را به بار آورد. منظور از اتصال بدنه در این‌جا یعنی این‌که یکی از حلقه‌های سیم‌پیچی در موتور به بدنه اتصال پیدا کرده است.

برای پیدا کردن اتصال بدنه می‌توانیم از یک مگر (مگا اهم‌متر) استفاده کنیم. بدین ترتیب که یک سر سیم مگر را به بدنه موتور و سر دیگر را به تک‌تک فازها وصل می‌کنیم و دسته‌ی مگر را می‌چرخانیم. اگر عقربه‌ی مگر حدود صفر را نشان دهد، معلوم می‌شود که در آن قسمت اتصال بدنه وجود دارد. پس از این‌که مطمئن شدیم در موتور اتصال بدنه وجود ندارد، باید اتصال بین حلقه‌های یک فاز یا دو فاز با هم‌دیگر را به دلیل خراب شدن عایق‌ها بررسی کنیم. برای تشخیص اتصال حلقه‌های یک فاز اتصال بین گروه کلاف‌های هر سه فاز موتور را مانند شکل ۷ــ۹ باز کرده و مقاومت هر سه سیم‌پیچی را به طور جداگانه اندازه می‌گیریم. باید مقاومت گروه کلاف هر سه فاز با هم برابر باشد. هر گروه کلافی که مقاومت آن از دو گروه کلاف دیگر کم‌تر بود، حلقه‌ها در آن اتصال کوتاه شده‌اند.

برای تشخیص اتصال کوتاه بین حلقه‌های مربوط به دو فاز، ابتدا اتصال بین گروه کلاف‌های هر سه فاز را باز می‌کنیم و سپس مقاومت بین گروه کلاف‌ها را نسبت به یکدیگر اندازه می‌گیریم. مقدار مقاومت باید بی‌نهایت یا حدود مگا اهم باشد (شکل ۸ــ۹).



شکل ۷ــ۹ــ اتصال کوتاه در سیم‌پیچ یک فاز



شکل ۸ــ۹ــ اتصال کوتاه در سیم‌پیچ‌های دو فاز

کلافی که در آن اتصال حلقه وجود دارد، معمولاً تغییر رنگ می‌دهد و از این طریق می‌توان پس از پیاده کردن موتور نیز به این اشکال پی‌برد.

در ضمن برای تشخیص اتصال کوتاه حلقه‌ها می‌توان از دستگاهی به نام پروف‌رکس نیز استفاده کرد. برای این کار پروف‌رکس را در داخل استاتور و مماس با آن می‌چرخانند. به‌محض تماس پروف‌رکس با شیاری که یک ضلع کلاف معیوب در آن است چراغ آن روشن می‌شود یا صدای آن تغییر می‌کند. معمولاً اتصال کوتاه حلقه‌ها را نمی‌توان تعمیر کرد و باید تجدید سیم‌پیچی شود. بعضی مواقع علاوه بر اتصال کوتاه حلقه‌ها ممکن است اتصال بدنه نیز در موتور وجود داشته باشد.

ت: بعد از وصل موتور سه فاز به شبکه یک یا دو یا هر سه فیوز می‌سوزند. در این حالت، ممکن است در نقاطی از موتور

اتصال بدنه یا اتصال کوتاه حلقه‌ها وجود داشته باشد که می‌توانیم با دستگاه مگر ابتدا وجود یا عدم وجود اتصال بدنه را آزمایش کنیم. اگر پس از آزمایش معلوم شد که اتصال بدنه وجود ندارد، باید آزمایش اتصال کوتاه حلقه‌ها را انجام داد و به نوع عیب پی‌برد.

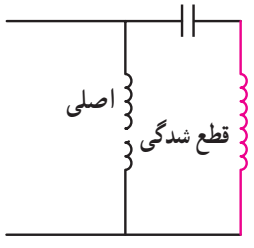
ث: موتور بعد از راه‌اندازی صدای غیرعادی می‌دهد ؛ در این حالت، معمولاً موتور جریان زیادتر از حد نرمال را تحمل کرده است و بعد از مدت کمی داغ کرده و دود می‌کند. دراین‌صورت، به احتمال زیاد موتور اتصال بدنه یا اتصال کوتاه حلقه دارد و با آزمایش‌های مربوط می‌توان به وجود هر یک از این دو عیب پی‌برد.

ج: موتور در حالت بی‌باری راه می‌افتد ولی زیر بار می‌ایستد. در موتور تعدادی از کلاف‌ها اتصال کوتاه شده‌اند و احتمال اتصال بدنه نیز می‌رود. باید در هر دو مورد آزمایش مربوطه را انجام داد.

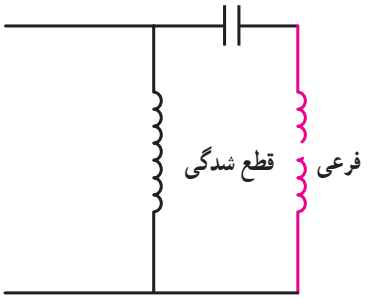
۲ــ۲ ــ۹ــ موتورهای یک‌فازه: همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد، موتورهای یک‌فاز براساس سیستم راه‌اندازی از موتورهای سه فاز متمایز می‌شوند. در این‌جا عیب‌یابی موتورهای یک‌فاز را براساس سیستم راه‌اندازی به طریق زیر مورد مطالعه قرار می‌دهیم.

الف ــ موتورهای خازن‌دار: برای تشخیص عیب موتورهای یک‌فازه‌ی خازن‌دار نیز با وصل کردن آن‌ها برای چند لحظه به ولتاژ نامی و اندازه‌گیری جریان آن و مشاهده‌ی تغییرات کار موتور می‌توان عیب را تشخیص داد و به رفع آن پرداخت. بعد از وصل کردن موتور به شبکه، ممکن است حالت‌های زیر پیش‌آید :

۱ــ موتور صدای هوم می‌دهد ولی راه نمی‌افتد : در این حالت ممکن است سیم‌پیچی اصلی (شکل ۹ــ۹) یا مسیر فرعی (شکل ۱۰ــ۹) در یک نقطه قطع شده باشد.



شکل ۹ــ۹ــ قطع شدگی در سیم‌پیچ اصلی



شکل ۱۰ــ۹ــ قطع شدگی در سیم‌پیچ فرعی

برای تشخیص سیم‌پیچ معیوب، سیم‌پیچ اصلی و فرعی را از یک‌دیگر جدا می‌کنیم و سپس با اهم‌متر سیم‌پیچ قطع شده را تشخیص می‌دهیم. قطع شدگی در مسیر سیم‌پیچ فرعی ممکن است در کلید گریز از مرکز، خازن، خود سیم‌پیچی یا در سیم‌های رابط بین این‌ها باشد. برای تشخیص عضو معیوب ابتدا دو سر سیم‌پیچ فرعی را با اهم‌متر امتحان می‌کنیم. پس از کسب اطمینان از سالم بودن سیم‌پیچ فرعی، کلید گریز از مرکز را امتحان می‌کنیم. کنتاکت‌های کلید باید در حال سکون به هم وصل باشند. برای امتحان خازن می‌توان به طریق زیر عمل کرد :

ابتدا خازن را از موتور جدا کرده و برای یک لحظه دو سر آن را به هم اتصال کوتاه می‌کنیم. سپس دو سر اهم‌متر را به‌دوسر خازن وصل می‌کنیم. اگر خازن سالم باشد، باید ابتدا عقربه اهم‌متر به سرعت منحرف شود و سپس به تدریج به جای اول خود بازگردد. این آزمایش برای امتحان کردن خازن‌های با ظرفیت خیلی پایین (نظیر خازن‌های پارازیت‌گیر) صدق نمی‌کند. اتصال کوتاه حلقه‌ها و هم‌چنین اتصال بدنه نیز می‌تواند چنین معایبی را پیش‌آورد که با آزمایش‌های مربوط می‌توان آن‌ها را تشخیص داد.

۲ــ موتور راه می‌افتد ولی جریان زیادی می‌کشد ؛ اتصال کوتاه حلقه‌ها، اتصال بدنه یا خارج نشدن سیم‌پیچ کمکی بعد از راه‌اندازی، ممکن است موجب بروز چنین معایبی بشود. طبق آزمایش‌هایی که قبلاً گفته شد، می‌توانیم اتصال بدنه و حلقه را تشخیص دهیم و در صورت اطمینان از عدم وجود معایب ذکر شده، به یافتن عیب در کلید گریز از مرکز و رفع آن اقدام کنیم. خرابی کلید گریز از مرکز ممکن است به دلیل خرابی فنر، شکستن صفحه یا کثیف شدن مسیر حرکت قسمت متحرک کلید باشد.

۳ــ موتور راه نمی‌افتد و فیوز را هم می‌سوزاند ؛ اتصال کوتاه بسیاری از حلقه‌ها (سوختگی موتور) و هم‌چنین اتصال بدنه، چنین عیبی را به وجود می‌آورد.

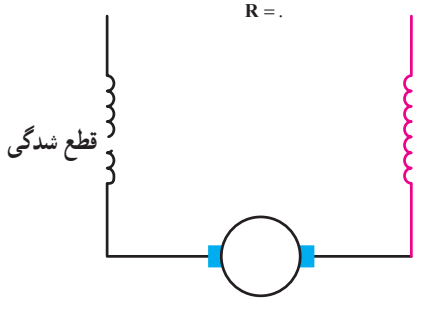
۴ــ موتور راه می‌افتد ولی به دور نامی نمی‌رسد ؛ دراین‌حالت، معمولاً خارج نشدن سیم‌پیچ کمکی از مدار یا اتصال کوتاه چند حلقه سیم‌پیچ اصلی یا فرعی یا اتصال بدنه که با لرزش شدید موتور نیز همراه است، می‌تواند سبب بروز چنین عیبی باشد.

۵ــ موتور راه می‌افتد ولی بیش از حد نرمال داغ می‌کند ؛ اتصال کوتاه بسیاری از حلقه‌ها و خارج نشدن سیم‌پیچ کمکی، سبب چنین عیبی است. در این حالت، به اصطلاح موتور نیم‌سوز شده است.

ب ــ عیب‌یابی موتورهای کلکتوردار (سری): تشخیص عیوب این‌گونه موتورها تقریباً همانند موتورهای یک فاز خازن‌دار است. برای این کار، ابتدا موتور را برای چند لحظه به شبکه وصل می‌کنیم و تغییر خصوصیات الکتریکی آن را مشاهده می‌نماییم و از روی آن به یافتن عیب می‌پردازیم.

۱ــ بعد از وصل موتور به شبکه، موتور راه نمی‌افتد و آمپرمتر نیز هیچ‌گونه جریانی را نشان نمی‌دهد ؛ در این حالت، مسیر جریان قطع است. این قطع شدگی می‌تواند در سیم‌پیچی استاتور یا در آرمیچر یا در زغال‌ها و جارو نگه‌دارها باشد.

برای پیدا کردن محل قطع‌شدگی، ابتدا مقاومت دو سر جاروبک‌ها را اندازه می‌گیریم. در صورتی که مدار آن‌ها وصل باشد، قطع‌شدگی در سیم‌پیچ استاتور است (شکل ۱۱ــ۹).



شکل ۱۱ــ۹ــ قطع شدگی در سیم‌پیچ استاتور

اگر مقاومت بین دو سر جاروبک‌ها بی‌نهایت بود، یا سیم‌های آرمیچر قطع شد یا قطع‌شدگی در خود زغال‌ها (مانند خرابی فنرها و تماس نداشتن زغال‌ها با تیغه‌ها) است. قطع‌شدگی در آرمیچر را می‌توان ابتدا با مشاهده‌ی مستقیم تشخیص داد. در صورتی که با مشاهده‌ی عینی نتوان این عیب را پیدا کرد، با اندازه گرفتن مقاومت بین تیغه‌ها می‌توان آن را معین نمود. دو تیغه که سرهای کلکتور یا وسط کلاف مربوط به آن‌ها قطع شده باشد، از بقیه‌ی تیغه‌ها مقاومت بیش‌تری نشان می‌دهند.

۲ــ موتور راه می‌افتد ولی دو سر جاروبک‌ها جرقه‌ی شدیدی می‌زند ؛ در این حالت، خراب بودن زغال‌ها، خرابی فنرهای پشت زغال‌ها، قطع شدگی سیم‌پیچ آرمیچر، بالانس نبودن آرمیچر و اتصال کوتاه حلقه‌های استاتور و خود آرمیچر می‌تواند چنین عیبی را به وجود آورد.

ابتدا زغال‌ها را در می‌آوریم و با دقت نگاه می‌کنیم. درصورت سالم بودن زغال‌ها و کسب اطمینان از قرار گرفتن صحیح آن‌ها روی تیغه‌ها، فنرها را بازدید می‌کنیم. در صورت سالم بودن آن‌ها به سراغ سیم‌پیچی استاتور می‌رویم. اگر سیم‌پیچی استاتور نیز سالم باشد، به سراغ خود آرمیچر می‌رویم.

۳ــ موتور راه نمی‌افتد و فیوز نیز می‌سوزد ؛ اتصال کوتاه حلقه‌های استاتور و در مواردی اتصال بدنه مسبب چنین عیبی است.

۴ــ موتور زیر بار می‌ایستد ؛ خرابی زغال‌ها، اتصال کوتاه حلقه‌های سیم‌پیچی، قطع شدن سیم‌های آرمیچر و اتصال کوتاه حلقه‌های آن نیز می‌تواند مسبب چنین عیبی باشد.

جدول ۱ــ۹ با توجه به تغییر خصوصیات کار ماشین، عیوب موجود و هم‌چنین چگونگی تشخیص آن عیوب را نشان می‌دهد.

جدول ۱ــ۹

تغییر خصوصیات	نوع عیب	نحوه تشخیص
موتور راه نمی‌افتد	ــ مدار اصلی یا فرعی در یک نقطه قطع شده است.	ــ با اهم‌متر باید مسیر جریان را امتحان کرد.
	ــ اتصال بدنه.	ــ آزمایش با مگر.
	ــ اتصال کوتاه تمامی حلقه‌ها.	ــ با پروف‌رکس سیم‌پیچ آزمایش شود.
	ــ برق به موتور نمی‌رسد.	ــ سیم‌های رابط آزمایش شوند.
	ــ رتورگیر کرده است.	ــ باید رتور را با دست به چپ و راست چرخاند.
	ــ خازن راه‌اندازی خراب است.	ــ آزمایش شود.
یکی از فازها یا هرسه فاز جریان بیش‌تر از جریان نامی می‌کشند.	ــ اتصال بدنه.	ــ آزمایش با مگر.
	ــ اتصال کوتاه حلقه‌ها.	ــ آزمایش با پروف‌رکس.
	ــ تغییرات ولتاژ.	ــ با ولت‌متر ولتاژ اندازه‌گیری شود.
سرعت موتور از حد نرمال کم‌تر است.	ــ اتصال کوتاه بعضی حلقه‌ها.	ــ با پروف رکس امتحان شود.
	ــ تغییرات ولتاژ (کم شدن).	ــ با ولت‌متر ولتاژ اندازه‌گیری شود.
	ــ سیم‌پیچ کمکی در مدار باقی مانده است.	ــ کلید گریز از مرکز بازدید شود.
موتور بیش از حد نرمال داغ می‌کند.	ــ اتصال کوتاه حلقه‌ها.	ــ با پروف رکس امتحان شود.
	ــ اتصال بدنه.	ــ با مگر امتحان شود.
	ــ تغییرات ولتاژ.	ــ با ولت‌متر ولتاژها اندازه‌گیری شود.

چیدمان و تابلوی پیشنهادی برای کارگاه:

منابع و مآخذ

برای این کتاب

۱ــ محاسبه و سیم‌پیچی موتورهای الکتریکی (تئوری و عملی) حسین رحمتی‌زاده

۲ــ ماشین‌های الکتریکی جلد اول ترجمه : مهندس گیوی

۳ــ موتورهای الکتریکی ترجمه : دکتر محمد طالقانی

۴ــ سایت‌های اینترنتی مرتبط با موضوع

۵ــ عراقی، علی (۱۳۸۴)، سیم‌پیچی موتورهای سه فاز، شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش).

۶ــ عراقی، علی (۱۳۸۴)، بازپیچی الکتروموتورها، شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش).

۷ــ خدادادی، شهرام (۱۳۸۴)، راه‌اندازی موتورهای سه فاز و تکفاز، شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش)

برای مطالعه‌ی بیشتر

۱ــ عراقی، علی و همکاران (۱۳۸۲)، کولرهای آبی، ساختمان، تعمیر و نگهداری، انتشارات کیفیت.

۲ــ عراقی، علی، رحیمیان‌پرور، معیری (۱۳۸۲)، محاسبه و طراحی موتورهای الکتریکی القایی سه فاز، انتشارات کیفیت.

۳ــ عراقی، علی، رحیمیان پرور، حیدری محمد (۱۳۸۲)، محاسبه و طراحی موتورهای الکتریکی تک‌فاز، اونیورسال و سیم‌بندی آرمیچر. انتشارات کیفیت.

۴ــ عراقی، علی و همکاران (۱۳۸۲)، محاسبات عملی ترانسفورماتورها و چوک‌ها. انتشارات کیفیت.

۵ــ عراقی، علی (۱۳۸۷)، سیم‌پیچی موتورهای تک‌فاز. شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش).

۶ــ عراقی، علی (۱۳۸۷)، ساخت ترانسفورماتور، شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش).

۷ــ مرحوم احمد ریاضی، محاسبات عملی ترانسفورماتورهای کوچک