

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۱	۱۱	۱۲

عیب‌یابی موتورهای الکتریکی

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

- ۱- عیب‌های مکانیکی را تشخیص دهد و رفع کند.
- ۲- عیب‌های الکتریکی را تشخیص دهد و رفع کند.

۹- عیب‌یابی موتورهای الکتریکی

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 در این جا 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 این جا 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.

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 این جا اگر، به جای رفع عیب اصلی - یعنی کجی محور موتور - 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.

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

۱-۹- تشخیص عیب‌های مکانیکی و رفع آن‌ها

عیب‌های مکانیکی ناشی از خرابی قطعات متحرک و غیر متحرک 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.

۱-۱-۹- 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 غیر متحرک آن، جابه‌جا می‌شوند.

برای تشخیص این عیب باید همه‌ی قسمت‌های بدنه و درپوش‌ها را دقیقاً و ارسی کرد در صورت مشاهده ترک یا شکستگی در بدنه، باید آن را در صورت امکان جوش دهیم و در صورت مشاهده 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.

۲-۱-۹- 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 روغن‌گریس‌کاری و نوع گریس و شرایطی که موتور برای کار کردن در آن ساخته شده است را در کاتالوگ دستگاه ذکر می‌کنند. باید تا حدّ ممکن این دستورالعمل‌ها را به طور 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 شوماژ 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 به کار برد و به عکس 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 روغن کاری 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 بيفتيم. به هر حال، در شرایطی که تحت تأثیر عوامل خارج از کنترل ما، موتور باید در شرایطی نامطلوب‌تر از آنچه برای آن ساخته شده است کار کند، روغن کاری 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 روغن کاری 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 این گونه 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 این گونه 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 ساحمه‌های 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 این که 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 روغن کاری یا گریس کاری 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.

۳-۱-۹- 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 به طور 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 آن قدر 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 به خوبی مشخص می‌شود. در صورت خم شدگی محور رتور باید آن را تعویض کرد.

۴-۱-۹- در گیرشیدن 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 قالب‌های موتور و شکستگی آن‌ها رتور از حالت تعادل خارج شده و با استاتور درگیر می‌شود. علاوه بر این، جابه‌جا شدن ورقه‌های استاتور یا پرسیدن فاصله‌ی هوایی با گرد و خاک یا کثیف شدن سطح رتور با 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 به سرعت 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.

۲-۹- تشخیص عیب‌های الکتریکی و رفع آن

بعد از این که مطمئن شدیم ماشین الکتریکی ما عیب مکانیکی ندارد، به سراغ عیب‌های الکتریکی خواهیم رفت. عیب الکتریکی 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 این جا عیوب عمومی موتورهای سه فاز و یک فاز و حتی در برخی موارد تنها عیوب موتورهای سه فاز ذکر خواهد شد؛ زیرا موتورهای یک فاز معمولاً عیب‌هایی پیدا می‌کنند که نظیر آن‌ها در موتور سه فاز به وجود نمی‌آید. به این دلیل، عیب‌یابی موتورهای یک فاز جداگانه گفته خواهد شد.

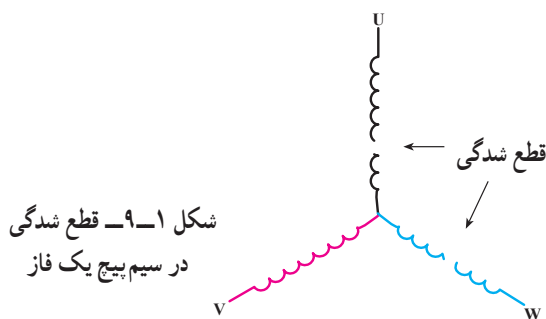
۱-۲-۹- موتورهای سه فاز: برای مشاهده‌ی تغییر

خصوصیات کار، باید ابتدا در مسیر هر یک از فازها یک آمپر متر 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 به برق اتفاقات زیر ممکن است رخ دهند.

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

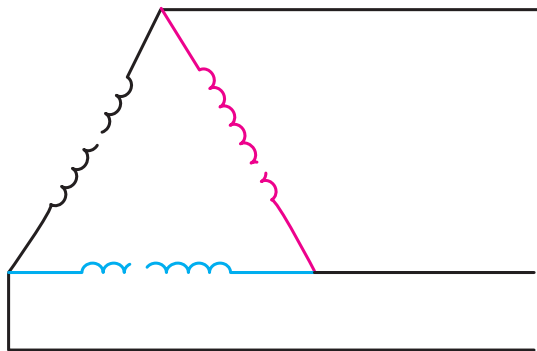
۱- اتصال ستاره: در این حالت در مسیر سیم پیچی

فازها قطع شدگی وجود دارد که ممکن است مانند شکل ۱-۹ این قطع شدگی در داخل کلاف‌ها یا مانند شکل ۲-۹ در نقطه‌ی صفر ستاره باشد. برای کسب اطمینان از قطع شدگی باید مقاومت بین دو فاز را اندازه گرفت.

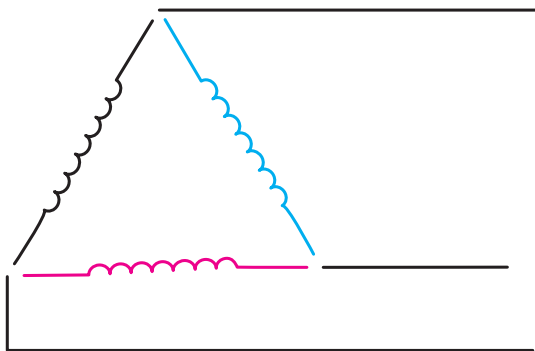


۲- اتصال مثلث: اگر اتصال موتور مثلث باشد و

آمپرترها هیچ جریانی را نشان ندهند، قطع شدگی یا مانند شکل ۹-۴ در هر سه گروه کلاف فازها یا این که مانند شکل ۹-۵ در محل اتصال گروه کلاف‌های فازها به یکدیگر است.

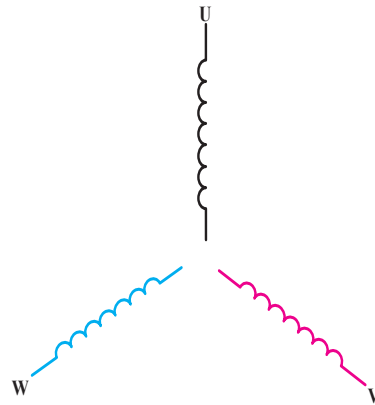


شکل ۹-۴- قطع شدگی در هر سه سیم پیچ



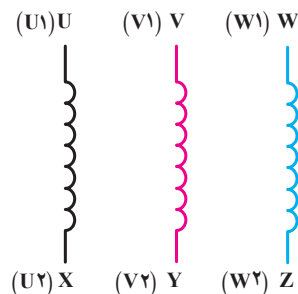
شکل ۹-۵- قطع شدگی در محل اتصال سیم پیچ‌ها

ب: بعد از وصل موتور سه فاز به شبکه، موتور راه نیفتاده است ولی ارتعاش می‌کند و صدا می‌دهد. اگر اتصال کلاف‌های موتور به صورت ستاره باشد و یکی از آمپرترها 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 آمپرتر آن جریانی را نشان ندهد، قطع شده است. در این صورت، با دنبال کردن مسیر جریان می‌توانیم محل قطع شدگی را که در سیم‌های رابط و یا در کلاف موتور است پیدا کنیم. در صورتی که اتصال کلاف‌های موتور به صورت مثلث باشد و آمپرترها نیز مقادیر مختلفی را نشان بدهند، احتمالاً یکی از کلاف‌های موتور قطع است که می‌توان مانند شکل ۹-۶



شکل ۹-۲- قطع شدگی در محل نقطه‌ی صفر ستاره

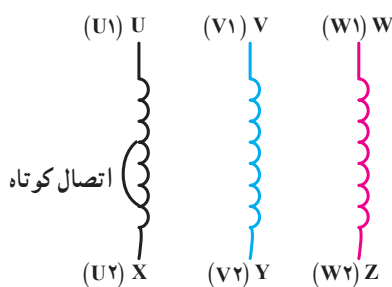
در این حالت، مقاومت بین دو فاز باید . باشد. برای این کار می‌توان از اهم‌تر یا یک لامپ سری با سیم پیچ هر فاز استفاده کرد. بدین ترتیب باید اتصالات سر و ته گروه کلاف‌های موتور را از یک‌دیگر جدا کنیم و سپس مانند شکل ۹-۳ مقاومت اتصالات گروه کلاف‌های هر سیم پیچ را اندازه بگیریم. در صورتی که مقدار مقاومت در هر یک از گروه کلاف‌ها بی‌نهایت باشد (در آزمایش با لامپ، لامپ روشن نشود) قطع شدگی در داخل گروه کلاف خواهد بود.



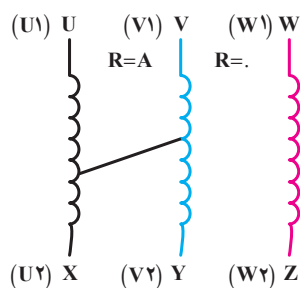
شکل ۹-۳- قطع شدگی در سیم پیچ یک فاز

در اغلب موارد باید سیم پیچی موتوری را که سیم پیچ‌های آن قطع شدگی دارند، تجدید کرد. اگر مقاومت بین $U-X$ و $V-Y$ و $W-Z$ حدود اهم باشد، علت نشان ندادن آمپرترها، باز بودن نقطه‌ی صفر ستاره است که باید این نقاط را با دقت به یکدیگر وصل کرد و سپس با اهم‌تر مقاومت بین دو فاز را مجدداً اندازه گرفت. اگر مقدار مقاومت حدود اهم بود، موتور سالم است.

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 ۸-۹).



شکل ۹-۷- اتصال کوتاه در سیم پیچ یک فاز

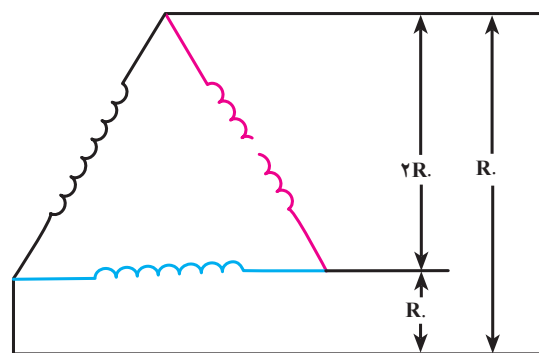


شکل ۹-۸- اتصال کوتاه در سیم پیچ‌های دو فاز

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 پی برد.

در ضمن برای تشخیص اتصال کوتاه حلقه‌ها می‌توان از دستگاهی به نام پروف رکس نیز استفاده کرد. برای این کار پروف رکس را در داخل استاتور و مماس با آن می‌چرخانند. به محض تماس پروف رکس با شیار 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



شکل ۹-۶- قطع شدگی در سیم پیچ یک فاز

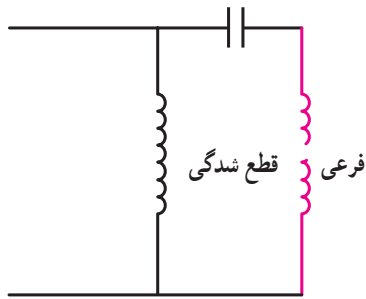
با اندازه‌گیری مقاومت گروه کلاف‌های هر فاز، گروه کلاف قطع شده را تشخیص داد.

دو سر کلافی که در آن قطع شدگی اتفاق افتاده 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 این جا یعنی این که یکی از حلقه‌های سیم‌پیچی در موتور به بدنه اتصال پیدا کرده است.

برای پیدا کردن اتصال بدنه می‌توانیم از یک مگر (مگا اهم متر) استفاده کنیم. بدین ترتیب که یک سر سیم مگر را به بدنه موتور و سر دیگر را به تک تک 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 این که مطمئن شدیم در موتور اتصال بدنه وجود ندارد، باید اتصال بین حلقه‌های یک فاز یا دو فاز با هم دیگر 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 ۷-۹ باز کرده و مقاومت هر سه سیم پیچی 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 دیگر کم‌تر بود، حلقه‌ها در آن اتصال کوتاه شده‌اند.



شکل ۱۰-۹- قطع شدگی در سیم پیچ فرعی

برای تشخیص سیم پیچ معیوب، سیم پیچ اصلی و فرعی را از یکدیگر جدا می‌کنیم و سپس با اهم متر سیم پیچ قطع شده را تشخیص می‌دهیم. قطع شدگی در مسیر سیم پیچ فرعی ممکن است در کلید گریز از مرکز، خازن، خود سیم پیچی یا در سیم‌های رابط بین این‌ها باشد. برای تشخیص عضو معیوب ابتدا دو سر سیم پیچ فرعی را با اهم متر امتحان می‌کنیم. پس از کسب اطمینان از سالم بودن سیم پیچ 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 اهم متر را به دو سر خازن وصل می‌کنیم. اگر خازن سالم باشد، باید ابتدا عقربه اهم متر 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 پارازیت گیر) صدق نمی‌کند. اتصال کوتاه حلقه‌ها و هم چنین اتصال بدنه نیز می‌تواند چنین معایبی را پیش آورد که با آزمایش‌های مربوط می‌توان آن‌ها را تشخیص داد.

۲- موتور راه می‌افتد ولی جریان زیادی می‌کشد؛ اتصال کوتاه حلقه‌ها، اتصال بدنه یا خارج نشدن سیم پیچ کمکی بعد از راه‌اندازی، ممکن است موجب بروز چنین معایبی بشود. طبق آزمایش‌هایی که قبلاً گفته شد، می‌توانیم اتصال بدنه و حلقه‌ها 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 کنیف شدن مسیر حرکت قسمت متحرک کلید باشد.

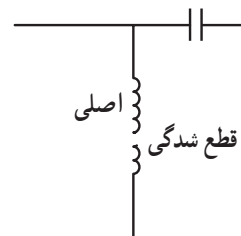
اتصال بدنه یا اتصال کوتاه حلقه‌ها وجود داشته باشد که می‌توانیم با دستگاه مگر ابتدا وجود یا عدم وجود اتصال بدنه را آزمایش کنیم. اگر پس از آزمایش معلوم شد که اتصال بدنه وجود ندارد، باید آزمایش اتصال کوتاه حلقه‌ها را انجام داد و به نوع عیب پی‌برد.

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. در این صورت، 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.

۲-۲-۹- موتورهای یک‌فازه: همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد، موتورهای یک‌فاز براساس سیستم راه‌اندازی از موتورهای سه‌فاز متمایز می‌شوند. در این جا عیب‌یابی موتورهای یک‌فاز را براساس سیستم راه‌اندازی به طریق زیر مورد مطالعه قرار می‌دهیم.

الف - 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 پیش آید:

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



شکل ۹-۹- قطع شدگی در سیم پیچ اصلی

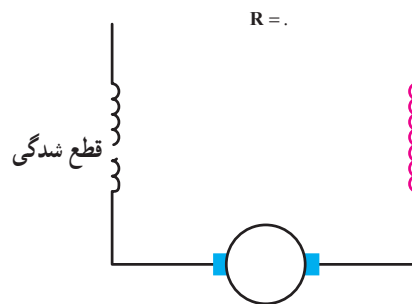
۳- موتور راه نمی‌افتد و فیوز را هم می‌سوزاند؛ اتصال کوتاه بسیاری از حلقه‌ها (سوختگی موتور) و هم چنین اتصال بدنه، چنین عیبی را به وجود می‌آورد.

۴- موتور راه می‌افتد ولی به دور نامی نمی‌رسد؛ در این حالت، معمولاً خارج نشدن سیم پیچ کمکی از مدار یا اتصال کوتاه چند حلقه سیم پیچ اصلی یا فرعی یا اتصال بدنه که بالرش شدید موتور نیز همراه است، می‌تواند سبب بروز چنین عیبی باشد.

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

ب - عیب یابی موتورهای کلکتوردار (سری): تشخیص عیوب این گونه 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.

۱- بعد از وصل موتور به شبکه، موتور راه نمی‌افتد و آمپر متر نیز هیچ‌گونه جریانی را نشان نمی‌دهد؛ در این حالت، مسیر جریان قطع است. این قطع شدگی می‌تواند در سیم پیچی استاتور یا در آرمیچر یا در زغال‌ها و جارو نگه‌دارها باشد. برای پیدا کردن محل قطع شدگی، ابتدا مقاومت دو سر جاروبک‌ها را اندازه می‌گیریم. در صورتی که مدار آن‌ها وصل باشد، قطع شدگی در سیم پیچ استاتور است (شکل ۱۱-۹).



شکل ۱۱-۹- قطع شدگی در سیم پیچ استاتور

اگر مقاومت بین دو سر جاروبک‌ها بی‌نهایت بود، یا سیم‌های آرمیچر قطع شد یا قطع شدگی در خود زغال‌ها (مانند خرابی فنرها و تماس نداشتن زغال‌ها با تیغه‌ها) است. قطع شدگی 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 بقیه تیغه‌ها مقاومت بیش‌تری نشان می‌دهند.

۲- موتور راه می‌افتد ولی دو سر جاروبک‌ها جرقه‌ی شدیدی می‌زند؛ در این حالت، خراب بودن زغال‌ها، خرابی فنرهای پشت زغال‌ها، قطع شدگی سیم پیچ 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. در صورت سالم بودن زغال‌ها و کسب اطمینان از قرار گرفتن صحیح آن‌ها روی تیغه‌ها، فنرها را بازدید می‌کنیم. در صورت سالم بودن آن‌ها به سراغ سیم پیچی استاتور می‌رویم. اگر سیم پیچی استاتور نیز سالم باشد، به سراغ خود آرمیچر می‌رویم.

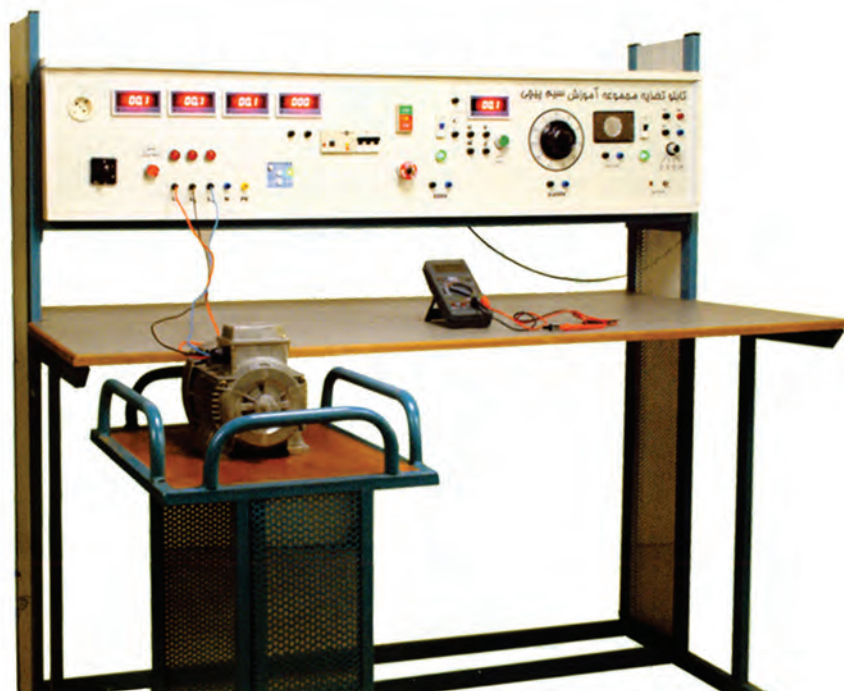
۳- موتور راه نمی‌افتد و فیوز نیز می‌سوزد؛ اتصال کوتاه حلقه‌های استاتور و در مواردی اتصال بدنه مسبب چنین عیبی است. ۴- موتور زیر بار می‌ایستد؛ خرابی زغال‌ها، اتصال کوتاه حلقه‌های سیم پیچی، قطع شدن سیم‌های آرمیچر و اتصال کوتاه حلقه‌های آن نیز می‌تواند مسبب چنین عیبی باشد.

جدول ۱-۹ با توجه به تغییر خصوصیات کار ماشین، عیوب موجود و هم چنین چگونگی تشخیص آن عیوب را نشان می‌دهد.

جدول ۹-۱

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

چیدمان و تابلوی پیشنهادی برای کارگاه:



منابع و مأخذ

برای این کتاب

- ۱- محاسبه و سیم‌پیچی موتورهای الکتریکی (تئوری و عملی) حسین رحمتی‌زاده
- ۲- ماشین‌های الکتریکی جلد اول ترجمه: مهندس گیوی
- ۳- موتورهای الکتریکی ترجمه: دکتر محمد طالقانی
- ۴- سایت‌های اینترنتی مرتبط با موضوع
- ۵- عراقی، علی (۱۳۸۴)، سیم‌پیچی موتورهای سه فاز، شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش).
- ۶- عراقی، علی (۱۳۸۴)، بازیچی الکتروموتورها، شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش).
- ۷- خدادادی، شهرام (۱۳۸۴)، راه‌اندازی موتورهای سه فاز و تک‌فاز، شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش)

برای مطالعه بیشتر

- ۱- عراقی، علی و همکاران (۱۳۸۲)، کولرهای آبی، ساختمان، تعمیر و نگهداری، انتشارات کیفیت.
- ۲- عراقی، علی، رحیمیان‌پرور، معیری (۱۳۸۲)، محاسبه و طراحی موتورهای الکتریکی القایی سه فاز، انتشارات کیفیت.
- ۳- عراقی، علی، رحیمیان‌پرور، حیدری محمد (۱۳۸۲)، محاسبه و طراحی موتورهای الکتریکی تک‌فاز، اونیورسال و سیم‌بندی آرمیچر. انتشارات کیفیت.
- ۴- عراقی، علی و همکاران (۱۳۸۲)، محاسبات عملی ترانسفورماتورها و چوک‌ها. انتشارات کیفیت.
- ۵- عراقی، علی (۱۳۸۷)، سیم‌پیچی موتورهای تک‌فاز. شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش).
- ۶- عراقی، علی (۱۳۸۷)، ساخت ترانسفورماتور، شرکت صنایع آموزشی (وابسته به وزارت آموزش و پرورش).
- ۷- مرحوم احمد ریاضی، محاسبات عملی ترانسفورماتورهای کوچک

