فصل ششم

مغناطیس

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که :

۱ــ ماده‌ی مغناطیسی را تعریف کند.

۲ــ آهنربای طبیعی را توضیح دهد.

۳ــ چگونگی تعیین قطب آهنربا را توضیح دهد.

۴ــ آهنربای مصنوعی را تعریف کند.

۵ــ ساختمان و اصول کار ترانسفورماتور تک‌فاز را بیان کند.

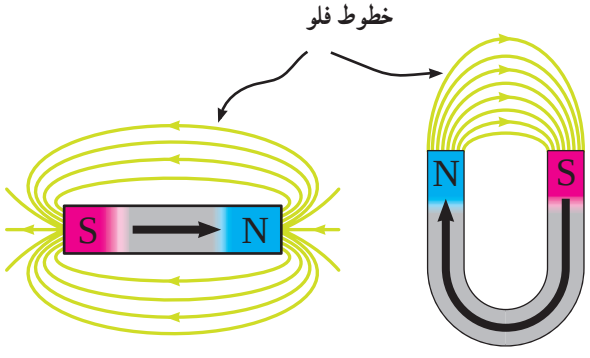
۱ــ۶ــ ماده مغناطیسی

قبل از اینکه وارد بحث ماده مغناطیسی شویم ابتدا آهنربا را تعریف می‌کنیم تا بتوانیم راجع به ماده مغناطیسی بحث کنیم. آهنربا دارای خاصیتی است که می‌تواند ذرات کوچک آهن را به سمت خود جذب کند. می‌خواهیم این مسئله را اندکی دقیق‌تر بررسی کنیم. آهنربا دارای آنچنان خاصیتی است که از یک سر آن خطوط فوران مغناطیسی خارج و به سر دیگر آن وارد می‌شود. این خطوط فوران نامرئی هستند ولی می‌توان با یک سری آزمایش به‌وجود آن پی برد.

شکل ۱ــ۶ نشان می‌دهد که چگونه از یک سر آهنربا فوران‌ها خارج و به سر دیگر آن وارد می‌شوند.

در یک آهنربا، به سرهای آهنربا قطب‌های مغناطیسی می‌گویند. قطبی را که فوران از آن خارج می‌شود قطب N و قطبی را که فوران به آن وارد می‌شود قطب S می‌گویند.

اگر دو آهنربا را به هم نزدیک کنیم، درصورتی که دو قطب نزدیک شده همنام باشند (N با N و یا S با S) یکدیگر را دفع و درصورتی که غیرهمنام (N با S) باشند دو آهنربا یکدیگر را جذب

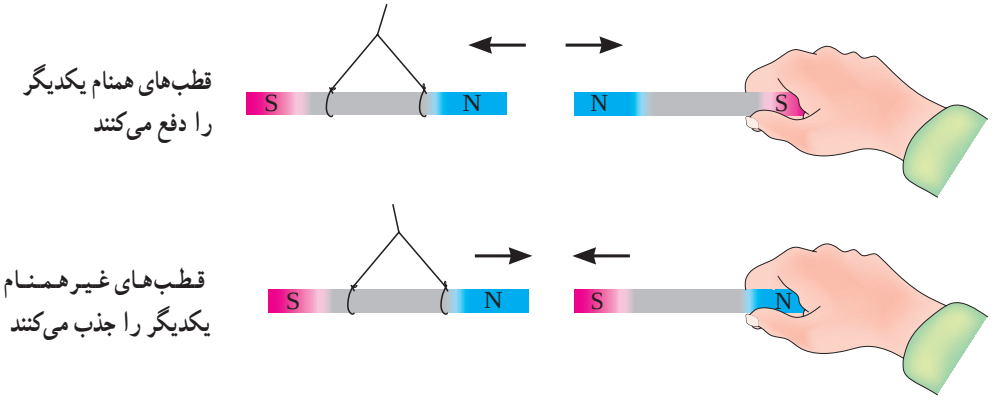


شکل ۱ــ۶ــ فوران‌های مغناطیسی از قطب N خارج و به قطب S وارد می‌شوند.

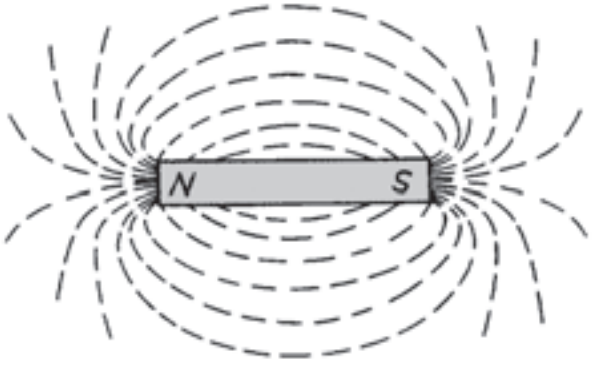
می‌کنند. شکل ۲ــ۶ نشان می‌دهد که دو قطب همنام همدیگر را دفع و دو قطب غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند.

حال یک میله آهنربا را درنظر بگیرید (شکل ۳ــ۶). اگر آن‌را از وسط نصف کنیم هر نیمه خود به یک آهنربای مستقل کوچک تبدیل می‌شود.

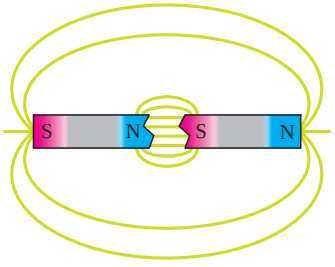
اگر مجدداً هر قطعه کوچک را به دو قسمت تقسیم کنیم هر قسمت (در حقیقت $\frac{۱}{۴}$ قسمت اصلی) خود به یک آهنربای مستقل تبدیل می‌شود. اگر این کار را ادامه بدهیم می‌بینیم که در حقیقت آهنربای اصلی از تعداد بیشماری آهنربای کوچک تشکیل شده است که به دنبال هم و همجهت قرار گرفته‌اند و برآیند فوران آن‌ها زیاد شده است.



شکل ۲ــ۶ــ دو قطب همنام همدیگر را دفع و دو قطب غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند.



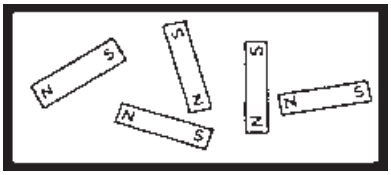
خطوط قوای اطراف یک مغناطیس
به‌صورت طیف مغناطیسی رسم شده‌اند.



هر نیمه از مغناطیس خود دارای قطب N و S است

شکل ۳ــ۶ــ اگر یک میله آهنربا را از وسط نصف کنیم، هر نیمه خود تبدیل به یک آهنربای مستقل می‌شود.

با این مقدمه به تعریف ماده مغناطیسی می‌پردازیم. طبق نظریه‌های ارائه شده تمامی اجسام از آهنرباهای فوق‌العاده کوچک تشکیل شده‌اند (مولکول‌های یک جسم در واقع نقش آهنربا را دارند). در حالت عادی آهنرباهای کوچک به صورت درهم هستند و فوران منتجه آن‌ها صفر است (شکل ۴ــ۶).



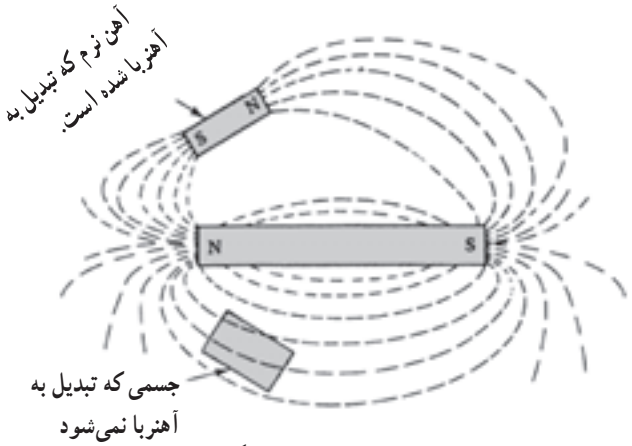
شکل ۴ــ۶ــ آهنرباهای کوچک یک جسم درحالت عادی نامنظم بوده و فوران منتجه برابر صفر است

حال اگر بتوانیم بطریقی آهنرباهای درهم را نظم بدهیم برآیند فوران آهنرباها افزایش می‌یابد و جسم به آهنربا تبدیل می‌شود.

در بعضی از اجسام مانند پلاستیک این کار مطلقاً عملی نیست، یعنی ساختمان فیزیکی پلاستیک‌ها طوری است که ذرات کوچک آن‌ها تحت هیچ شرایطی نظم مغناطیسی نمی‌گیرند.

در بعضی از اجسام مانند آهن، آهنرباهای کوچک بسادگی منظم می‌شوند یعنی آهن تبدیل به آهنربا می‌شود. به ماده‌ای که بتواند آهنرباهای کوچک را نظم دهد، ماده مغناطیسی گفته می‌شود.

اگر یک قطعه آهن در مسیر فوران‌های مغناطیسی قرار گیرد آهنربا می‌شود (شکل ۵ ــ۶).



شکل ۵ــ۶ــ اجسام مغناطیسی اگر در مسیر فوران مغناطیسی قرار گیرند، آهنربا می‌شوند.

۲ــ۶ــ آهنربای طبیعی

به آهنربایی اطلاق می‌شود که به‌صورت طبیعی در معادن وجود دارد و بتوان با استخراج سنگ معدن و به وسیله ابزارهای مناسب آن‌را به شکل دلخواه درآورد.

از این نوع آهنرباها، چینی‌ها در ۲۰۰۰ سال قبل به عنوان قطب‌نما استفاده می‌نمودند.

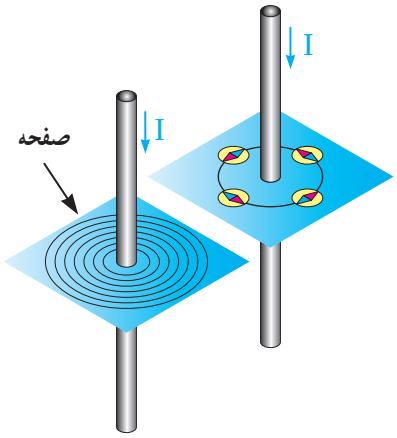
۳ــ۶ــ تعیین قطبین آهنربا

برای تعیین قطب‌های آهنربا، از قطب‌نما می‌توان استفاده کرد. قطب‌نما خود یک آهنربای کوچک و سبک است که قطب‌ها را روی آن از قبل مشخص کرده‌اند. حال اگر یک آهنربا را به قطب‌نما نزدیک کنیم یک طرف قطب‌نما به سمت آهنربا جذب می‌شود، در این صورت قطب آهنربا مخالف قطب قطب‌نما است، زیرا دو قطب غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند (شکل ۶ــ۶).

قطب‌های غیرهمنام آهنربای میله‌ای و جذب آهنربا
شکل ۶ــ۶ــ قطب‌های غیرهمنام همدیگر را جذب می‌کنند.

۴ــ۶ــ آهنربای مصنوعی

اگر از یک سیم جریانی عبور کند در اطراف آن یک میدان مغناطیسی (فوران‌های مغناطیسی) شبیه آهنربا، ایجاد می‌شود. اگر جریان عبوری تغییرکند مقدار فوران‌ها نیز تغییر می‌کند، اگر جهت جریان تغییر کند جهت فوران نیز تغییر می‌کند. شکل ۷ــ۶ چگونگی تشکیل فوران اطراف سیم حامل جریان را نشان می‌دهد.

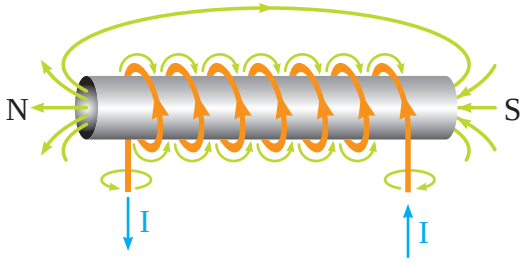


شکل ۷ــ۶ــ اگر از یک سیم جریان عبور کند در اطراف آن یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود. این میدان را می‌توان به کمک قطب نما تشخیص داد.

گفته شد که اگر یک قطعه آهن را در مسیر فوران‌های مغناطیسی قرار دهیم آهنرباهای کوچک آهن منظم شده و آهن تبدیل به آهنربا می‌شود. اگر فوران را قطع کنیم مجدداً نظم آهنرباهای کوچک به‌هم می‌خورد و آهن خاصیت آهنربایی خود را از دست می‌دهد. اگر به جای آهن نرم از آهن سخت استفاده کنیم وقتی که فوران مغناطیسی را قطع کنیم نظم آهنرباهای کوچک این قطعه آهن به‌هم می‌خورد و آهنرباهای کوچک همچنان منظم باقی می‌ماند و آهن سخت تبدیل به آهنربا می‌شود.

۱ــ۴ــ۶ــ چگونگی تهیه آهنربای مصنوعی: در صنعت برای تهیه آهنرباها، ابتدا یک مفتول با ترکیب مناسب آهن تهیه می‌کنند و سپس آن‌را در یک میدان مغناطیسی بسیار قوی قرار می‌دهند. بعد از مدت زمانی، مفتول به آهنربا تبدیل می‌شود و مورد استفاده قرار می‌دهند.

۲ــ۴ــ۶ــ عوامل مؤثر در تراکم خطوط نیرو: مقدار فوران‌های مغناطیسی یک آهنربای طبیعی، بستگی به تعداد آهنرباهای کوچک منظم شده آن دارد. اگر آهنربا را بخواهیم به‌صورت موقت با پیچیدن سیم دور یک مفتول بسازیم، مقدار فوران‌های مغناطیسی بستگی به تعداد دور سیم پیچ، قطر سیم‌پیچ و مقدار جریانی که از سیم‌پیچ عبور می‌دهیم دارد. شکل ۸ ــ۶ چگونگی تهیه آهنربای موقت با جریان الکتریکی را نشان می‌دهد.



شکل ۸ــ۶ــ اگر دور یک میله آهنی را چند دور سیم بپیچیم و سیم‌پیچ را به جریان الکتریکی وصل کنیم، میله آهنی تبدیل به آهنربا می‌شود.

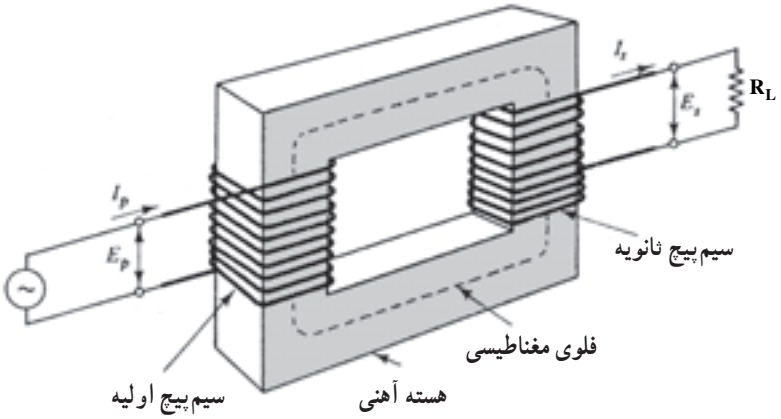
۵ــ۶ــ اصول کار ترانسفورماتور یکفاز

ترانسفورماتور دستگاهی است که از آن معمولاً برای تغییر ولتاژ از مقدار موجود به مقدار مطلوب استفاده می‌کنند. ترانسفورماتور دو سیم‌پیچ (اولیه و ثانویه) دارد که به یک سیم‌پیچ آن ولتاژ ورودی داده می‌شود و از سیم‌پیچ دیگر ولتاژ مورد نیاز دریافت می‌گردد. رابط بین سیم‌پیچ اولیه و ثانویه هستهٔ آهنی است. شکل ۹ــ۶ یک نمونهٔ ساده ترانسفورماتور را نشان می‌دهد.

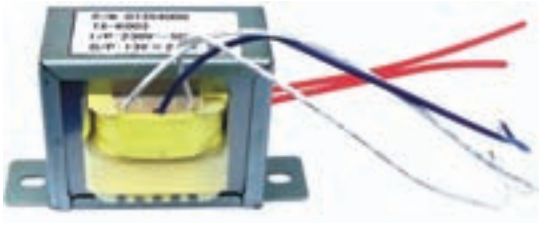
در ترانسفورماتور وقتی به سیم‌پیچ اولیه ولتاژ می‌دهیم، یک جریان در سیم‌پیچ اولیه جاری می‌شود و باعث می‌گردد که فورانی در هسته جاری شود، این فوران سیم‌پیچ ثانویه را در برمی‌گیرد و ولتاژی در آن القاء می‌کند. مقدار ولتاژ القاء شده به عواملی همچون تعداد دور ثانویه، فرکانس برق شهر و سطح مقطع

هسته، تعداد دور اولیه و ولتاژ اولیه دارد.

ترانسفورماتورها در ابعاد بسیار کوچک تا ابعاد بسیار بزرگ ساخته می‌شوند. شکل ۱۰ــ۶ نمونه‌هایی از این ترانسفورماتورها را نشان می‌دهد.



شکل ۹ــ۶ــ یک نمونه ساده ترانسفورماتور با دو سیم‌پیچ که به‌وسیله هسته آهنی در ارتباط می‌باشند.



شکل ۱۰ــ۶ــ نمونه‌هایی از ترانسفورماتور

سؤالات

۱ــ فرق ماده مغناطیسی و غیرمغناطیسی کدام است؟

۲ــ چرا پلاستیک آهنربا نمی‌شود؟

۳ ــ چگونه می‌توان قطب‌های یک آهنربای نامشخص را تعیین کرد؟

۴ــ فرق آهنربای طبیعی و مصنوعی کدام است؟

۵ ــ چگونه یک آهنربای مصنوعی را می‌سازند؟

۶ــ ترانسفورماتور چیست؟

۷ــ چند مورد از کاربرد ترانسفورماتور را بنویسید.

فصل هفتم

موتورهای الکتریکی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که :

۱ــ ساختمان و اصول کار موتورهای جریان مستقیم را بیان کند.

۲ــ ساختمان و اصول کار موتورهای جریان متناوب یکفاز و سه فاز را بیان کند.

۳ــ ساختمان و اصول کار موتورهای مخصوص تکفاز (یونیورسال و قطب چاکدار) را بیان کند.

۴ــ اتصال ستاره یا مثلث سیم‌پیچ‌های موتور را از روی تخته کلم تشخیص دهد.

۵ــ مقاومت اهمی سیم‌پیچ‌های موتور را اندازه‌گیری کند.

۶ــ پلاک مشخصات موتور سه فاز را تشریح کند.

۱ــ۷ــ مقدمه

موتورهای الکتریکی دستگاه‌هایی هستند که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند. از نظر تغذیه برق، به دو نوع تقسیم می‌شوند :

الف) موتورهای DC[1] (جریان مستقیم)

ب) موتورهای AC[2] (جریان متناوب)

موتورهای AC نیز خود از نظر تغذیه به دو نوع تقسیم می‌شوند :

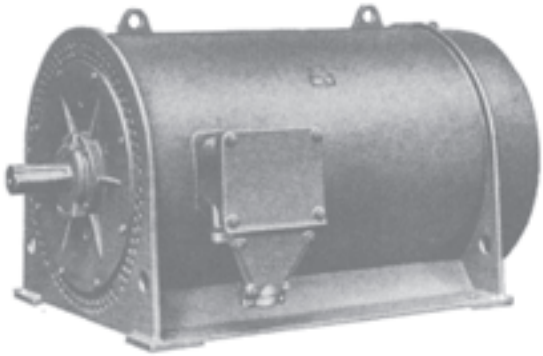
الف) موتورهای یکفازه

ب) موتورهای سه فازه

شکل ۱ــ۷ دو نمونه از موتورهای الکتریکی را نشان می‌دهد.

شکل ۲ ــ ۷ نمونه‌ای از کاربرد موتورهای الکتریکی را نشان می‌دهد.

الف) نوع AC



ب) نوع DC

شکل ۱ــ۷ــ دو نمونه از موتورهای الکتریکی

۱ــ DC = Direct Current ۲ــ AC = Alternative Current.

شکل ۲ــ۷ــ نمونه‌هایی از کاربرد موتورهای الکتریکی

۲ــ۷ــ ساختمان و اصول کار موتورهای DC

موتورهای DC (جریان مستقیم) موتورهایی هستند که با جریان مستقیم کار می‌کنند. این موتورها در ابعاد وسیعی ساخته و به کارگرفته می‌شوند مثلاً موتور کوچک ضبط صوت یک موتور DC است و همچنین محرک لکوموتیو قطار نیز یک موتور DC است که قادر است دو هزار تن وزن را حرکت دهد.

۱ــ۲ــ۷ــ ساختمان موتور DC: یک موتور DC از قسمت‌های زیر تشکیل شده است :

الف) آرمیچر

ب) قاب (بدنه)

ج) قطب‌های میدان تحریک

د) کاسه‌های موتور (درپوش‌ها) و جاروبک‌ها

الف ــ آرمیچر: آرمیچر قسمت گردان موتور است و از هسته فولادی ورقه ورقه شده با شیارهایی که در آن‌ها کلاف سیم‌پیچی قرار دارد تشکیل شده است. هسته روی یک محور فولادی که کلکتور رانیز نگه می‌دارد پرس شده است. کلکتور جریان را از جاروبک‌های زغالی به کلاف‌های داخل شیارها هدایت می‌کند. شکل ۳ــ۷ یک نمونه آرمیچر را نشان می‌دهد.

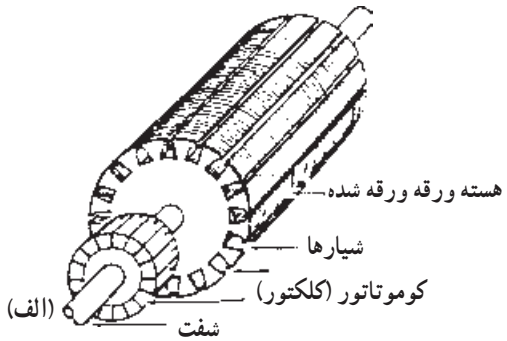
ب ــ قاب بدنه: بدنه موتور DC از فولاد یا آهن ریخته می‌شود و معمولاً مقطع آن به شکل دایره است و طوری ماشین کاری می‌شود که بتوان قطب‌های میدان را در داخل آن نصب کرد. شکل ۴ــ۷ نمونه‌ای از قاب بدنه را نشان می‌دهد.

ج ــ قطب‌های میدان تحریک: قطب‌های میدان تحریک از فولاد ورقه ورقه شده به‌صورت شکل ۵ ــ۷ ساخته می‌شوند و سیم‌پیچ میدان در قسمت A قرار می‌گیرد. قطب‌ها در موتورهای کوچک با بدنه به‌صورت یکپارچه ساخته می‌شوند.

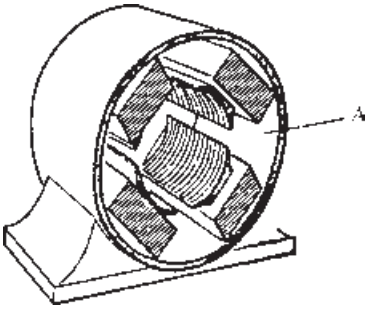
د ــ کاسه‌های موتور(درپوش‌ها): درپوش‌ها که جارونگهدارها نیز روی آن‌ها سوارند با پیچ و مهره به بدنه متصل

می‌شوند. در ضمن یاتاقان‌ها نیز بر روی درپوش‌ها جهت تکیه‌گاه آرمیچر سوارند. شکل ۶ــ۷ یک نمونه درپوش را نشان می‌دهد.

(ب)

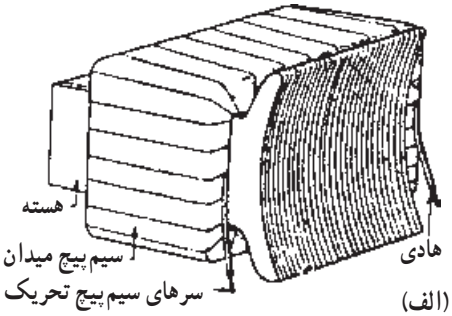


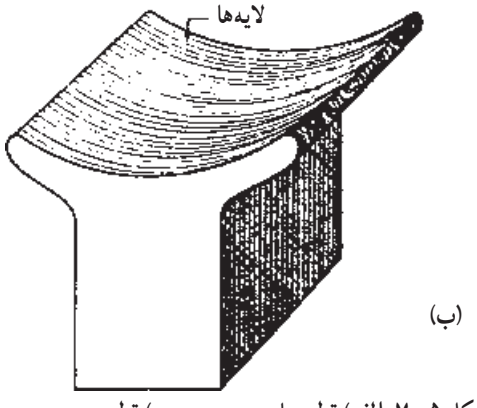
شکل ۳ــ۷ الف) آرمیچر بدون سیم‌پیچی ب) آرمیچر سیم‌پیچی شده



شکل ۴ــ۷ــ قاب بدنه یک موتور DC

شکل ۶ــ۷ــ یک نمونه درپوش که جارونگهدارها نیز روی آن نصب شده‌اند.





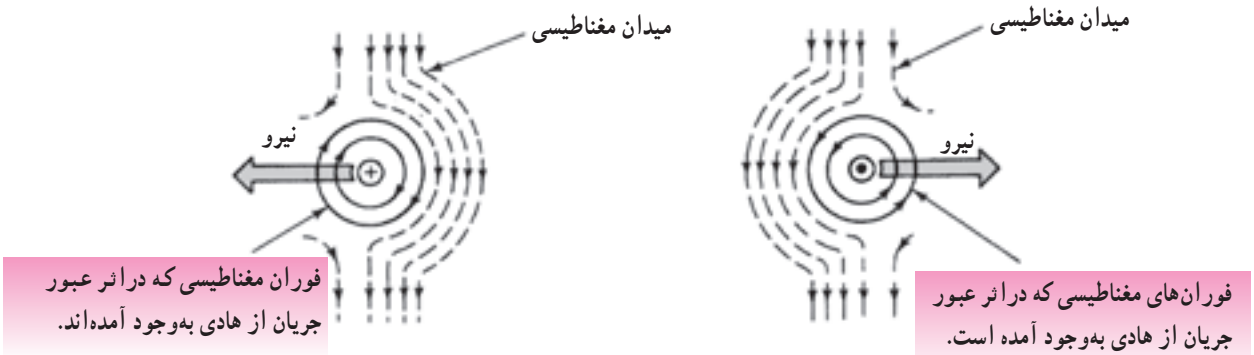
شکل ۵ــ۷ الف) قطب با سیم‌پیچی ب) قطب بدون سیم‌پیچی

۲ــ۲ــ۷ــ طرز کار موتور DC: می‌دانیم که اگر از یک هادی جریان عبورکند اطراف سیم میدان مغناطیسی ایجاد خواهد شد.

حال اگر این هادی حامل جریان در میدان مغناطیسی قرارگیرد نیرویی به آن وارد می‌شود. شکل ۷ــ۷ جهت نیرو و جهت میدان را نشان می‌دهد.

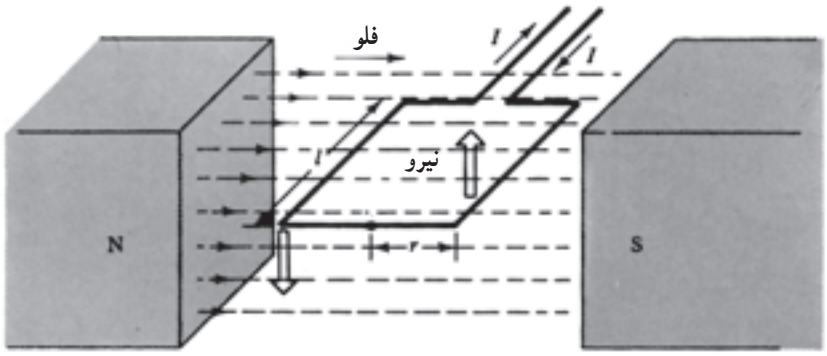
حال اگر یک هادی مطابق شکل ۸ ــ۷ در میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیروهای وارده بر آن طوری هستند که می‌خواهند هادی را بچرخانند.

مبانی فوق، اصول کار موتور DC است. یعنی اینکه به سیم‌بندی آرمیچر توسط جاروبک ولتاژ می‌دهیم (هادی حامل جریان) و سپس به سیم‌پیچ تحریک نیز ولتاژ دیگری به نام ولتاژ تحریک اعمال می‌کنیم تا با عبور جریان از آن میدان مغناطیسی ایجاد شود (سیم حامل جریان در یک میدان مغناطیسی). با این



در اثر تغییر جهت جریان، جهت نیرو تغییر می‌کند.

شکل ۷ــ۷ــ جهت میدان و نیروی وارده در یک سیم



یک سیم‌پیچ تک‌حلقه که در داخل میدان مغناطیسی قرار گرفته

شکل ۸ ــ۷ــ به هادی حامل جریان در میدان مغناطیسی نیرو وارد می‌شود.

روش بر هادی‌ای که در داخل آرمیچر قرار داده شده است نیرویی وارد می‌شود و باعث می‌شود که آرمیچر بچرخد. نقش کلکتور این است که مرتباً جریان را در هادی‌ای که زیر یک قطب مشخص قرار گرفته است در یک جهت نگه دارد.

شکل ۹ــ۷ اساس کار موتور DC را نشان می‌دهد.

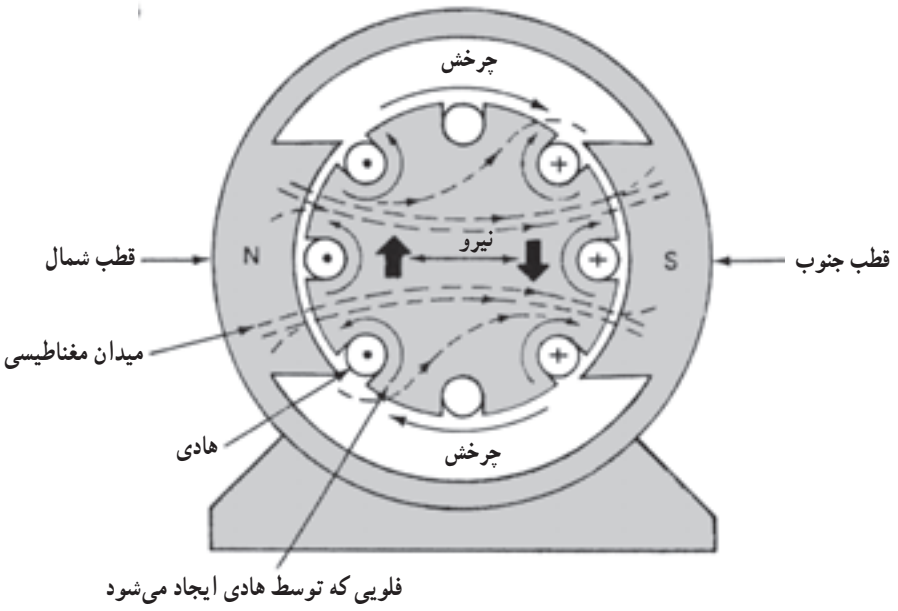
موتورهای DC را به فرم شکل ۱۰ــ۷ در مدارات نشان می‌دهند.

۳ــ۷ــ ساختمان و اصول کار موتورهای AC سه فاز و یکفاز

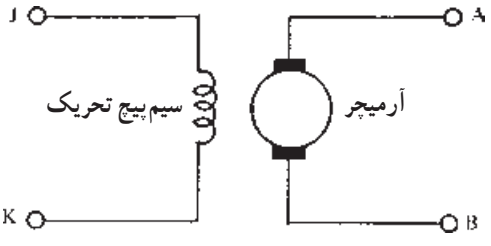
موتورهای القایی AC یکفاز و سه فاز در سطح وسیعی در صنعت و منازل کاربرد دارند. به عنوان مثال موتور کولر، یخچال،

پنکه، پمپ آب و غیره همگی از موتورهای القایی هستند. و قابلیت اطمینان زیاد است.

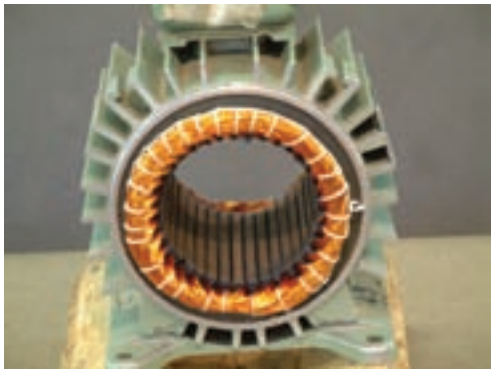
از مزایای خوب این نوع موتورها، سادگی ساختمان آن‌ها



شکل ۹ــ۷ــ اساس کار موتور DC



شکل ۱۰ــ۷ــ نمایش مداری موتور DC



شکل ۱۱ــ۷ــ استاتور یک موتور AC

۱ــ۳ــ۷ــ ساختمان موتورهای AC: موتورهای القایی از دو قسمت اصلی تشکیل شده است.

الف) قسمت ثابت به نام استاتور

ب) قسمت متحرک یا چرخان به نام رتور

الف ــ استاتور: استاتور این گونه ماشین‌ها شیارهایی دارد که در داخل آن‌ها سیم‌پیچ‌ها قرار می‌گیرند، تا میدان مغناطیسی لازم را برای گردش رتور ایجاد کند (شکل ۱۱ــ۷).

ب ــ رتور: متداولترین رتور برای موتورهای القایی رتور قفس سنجابی است که در شکل ۱۲ــ۷ نشان داده شده است.

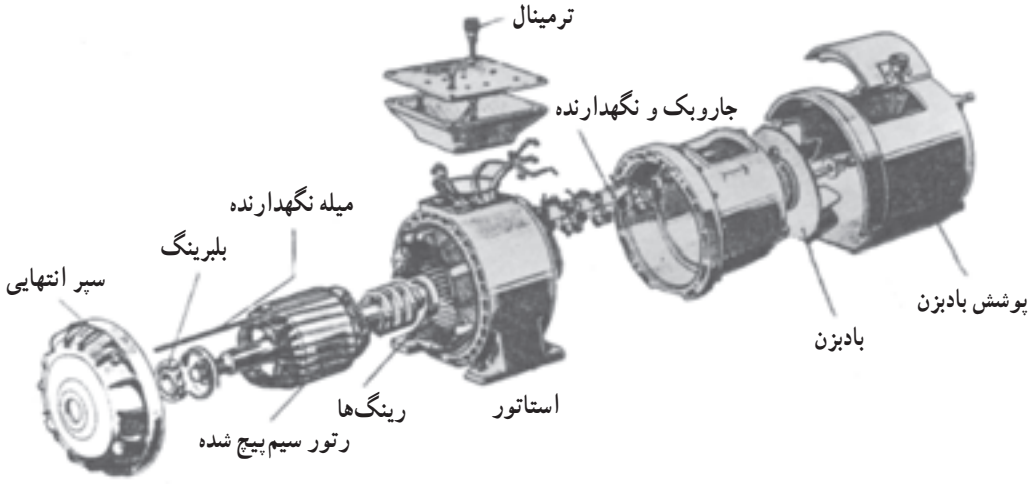
شکل ۱۳ــ۷ اجزای تشکیل‌دهنده یک موتور سه فاز AC با رتور قفس سنجابی را نشان می‌دهد.

در بعضی از موتورهای القایی (آسنکرون) سه فاز به جای رتور قفس سنجابی از رتور سیم‌پیچی شده استفاده می‌کنند. مزایای رتور سیم‌پیچی شده این است که در لحظه راه اندازی اولاً جریان کمتری می‌کشد و ثانیاً گشتاور راه اندازی آن زیاد است. شکل ۱۴ــ۷ یک موتور با رتور سیم‌پیچی شده را نشان می‌دهد.

ساختمان موتورهای یکفاز القایی شبیه ساختمان موتورهای سه فاز است، با این تفاوت که در موتورهای القایی سه فاز سه سیم‌پیچ (برای هر فاز یک سیم‌پیچ) وجود دارد، ولی در موتورهای یکفازه دو سیم‌پیچ و گاه یک سیم‌پیچ (موتورهای خاص) مورد نیاز است.

شکل ۱۲ــ۷ــ رتور قفس سنجابی یک موتور AC

شکل ۱۳ــ۷ــ اجزای تشکیل دهنده یک موتور القایی با رتور قفس سنجابی

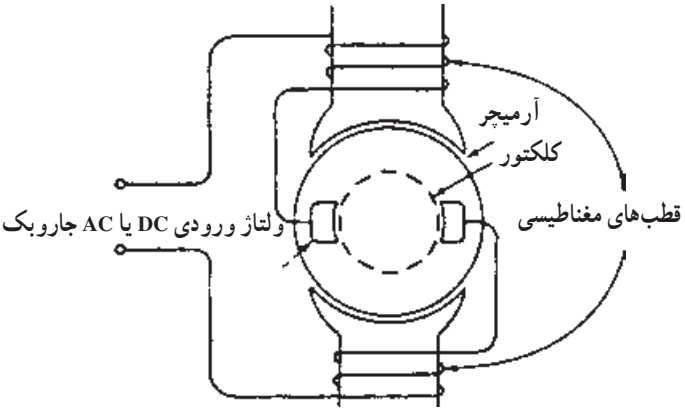


شکل ۱۴ــ۷ــ اجزای تشکیل دهنده یک موتور القایی با رتور سیم‌پیچی شده

۲ــ۳ــ۷ــ طرز کار موتورهای AC: وقتی به سه سیم‌پیچ موتور سه فاز ولتاژ سه فازه وصل می‌کنیم یک میدان مغناطیسی در داخل استاتور ایجاد می‌شود و درنتیجه در هادی‌های رتور جریان القاء می‌شود. جریانی که از هادی‌های رتور عبور می‌کند به‌نوبه خود یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌کنند چون میدان مغناطیسی استاتور دوّار است (با سرعت $\frac{۱۲۰ \times f}{p}$ ، f فرکانس، p تعداد قطب‌ها)، میدان مغناطیسی رتور با میدان مغناطیسی استاتور درگیر شده (مانند دو آهنربا که قطب‌های مخالف آن‌ها را کنار هم قرار دهیم) و باعث می‌شود که رتور نیز بچرخد. البته همواره سرعت رتور اندکی از سرعت میدان دوّار استاتور کمتر است.

۴ــ۷ــ موتورهای تکفاز خاص

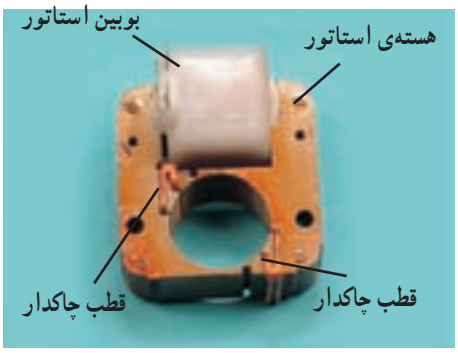
۱ــ۴ــ۷ــ موتورهای یونیورسال: موتورهای یونیورسال موتورهایی هستند که هم با برق AC کار می‌کنند و هم با DC. این موتورها رتور قفس سنجابی ندارند بلکه رتور آن‌ها مانند رتور ماشین جریان مستقیم سیم‌پیچی می‌شود و جریان توسط جاروبک‌ها به آرمیچر می‌رسد. این موتور با وجود حجم کوچک گشتاور زیادی دارد و در اکثر وسایل خانگی مانند مخلوط‌کن، آسیاب و ... به‌کار می‌رود. شکل ۱۵ــ۷ مدار الکتریکی یک موتور یونیورسال را نشان می‌دهد.

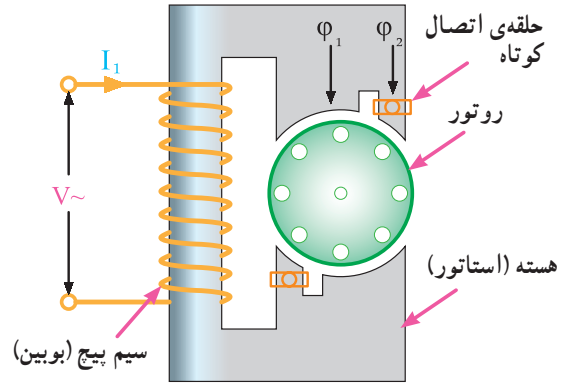


شکل ۱۵ــ۷ــ مدار الکتریکی یک موتور یونیورسال

۲ــ۴ــ۷ــ موتور قطب چاکدار (Shaded pole): این موتور، یک موتور تکفازه با توان بسیار کم است، در حقیقت به‌جای دو سیم‌پیچ، یک سیم‌پیچ دارد. نقش سیم‌پیچ دوّم حلقه اتصال کوتاهی است که در شکل ۱۶ــ۷ رسم شده است. پمپ‌های کولر آبی از این نوع موتور دارند.

این نوع موتورها فقط در توان‌های خیلی کم ساخته می‌شوند.





شکل ۱۶ــ۷ــ مدار الکتریکی یک موتور یکفاز با قطب چاکدار

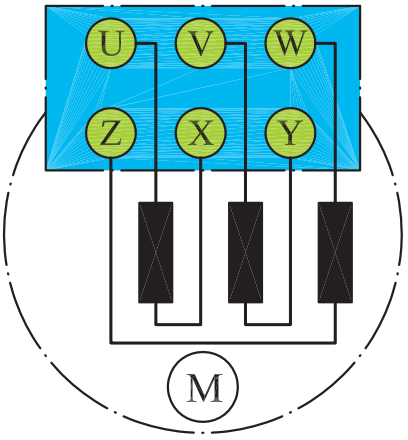
۵ــ۷ــ اتصالات موتور (تخته کلم)

برای اتصال سیم‌پیچ‌های موتور سه‌فاز، سر سیم‌ها از داخل پوسته به یک محفظه یا ترمینال موتور هدایت می‌شوند که اصطلاحاً به آن «تخته کلم» می‌گویند (شکل ۱۷ــ۷).

شکل ۱۷ــ۷

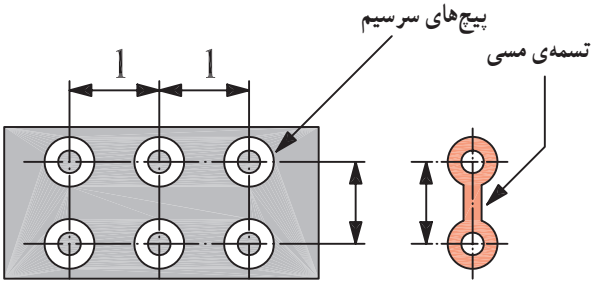
به‌طورکلی سر و ته کلاف‌های یک موتور سه‌فاز، با دو حرف مشخص می‌شوند.

در استاندارد VDE برای نشان دادن سر کلاف‌ها به‌ترتیب برای کلاف اول تا سوم از حروف U، V و W و برای نمایش ته کلاف‌ها به‌ترتیب از حروف X، Y و Z استفاده می‌شود. نحوه‌ی قرار گرفتن سرسیم‌ها در زیر پیچ‌های تخته‌کلم مطابق شکل ۱۸ــ۷ است. دلیل این‌که ته کلاف‌ها، مشابه سر کلاف‌ها، به‌ترتیب از کلاف اول تا سوم نوشته نمی‌شود این است که در صورت نیاز به ایجاد اتصالات ستاره یا مثلث بتوان بدون استفاده از کلید مربوطه و با قرار دادن چند تسمه‌ی مسی در زیر پیچ‌ها موتور را به‌صورت ستاره یا مثلث اتصال داد.



شکل ۱۸ــ۷

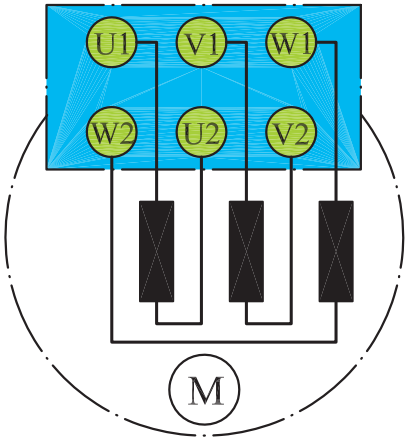
شکل ۱۹ــ۷، تصویری از پیچ‌های تخته‌کلم را به همراه تسمه‌ی مسی نشان می‌دهد.



شکل ۱۹ــ۷ــ تخته کلم موتور

در استاندارد (IEC) برای نشان دادن سر کلاف‌ها به‌ترتیب از کلاف اول تا سوم از حروف (U۱ ، V۱ و W۱) و برای مشخص کردن ته کلاف‌ها به‌ترتیب از حروف (U۲ ، V۲ و W۲) استفاده می‌شود. شکل ۲۰ــ۷، وضعیت قرار گرفتن سیم‌پیچ‌ها و پیچ‌های تخته‌کلم را نشان می‌دهد.

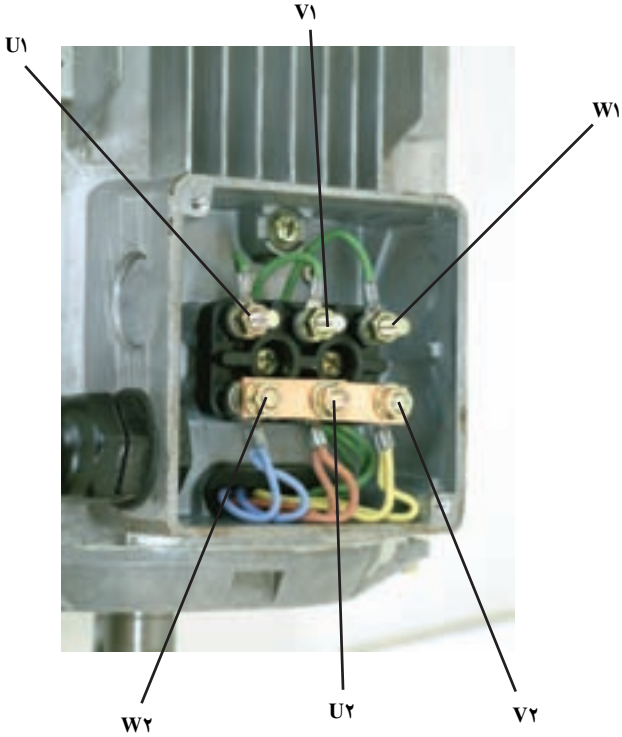
از این پس در این کتاب سرهای موتور، براساس استاندارد (IEC) (در نقشه‌ها) نام‌گذاری می‌شوند.



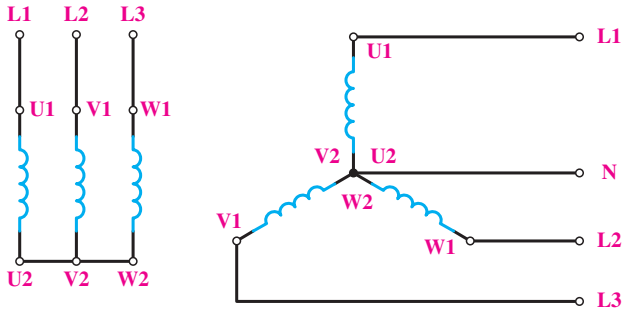
شکل ۲۰ــ۷

اتصال ستاره

هرگاه به ابتدای سیم‌پیچ‌های (سرکلاف‌های U۱ و V۱ و W۱) موتور به‌ترتیب شبکه سه‌فاز L۱ ، L۲ و L۳ را وصل کرده و انتهای سیم‌پیچ‌ها (ته کلاف‌ها W۲ ، V۲ و U۲) را به یکدیگر وصل کنیم این اتصال را «اتصال ستاره» گویند. شکل ۲۱ــ۷، نحوه‌ی اتصال ستاره را به‌صورت مداری و روی تخته‌کلم موتور نشان می‌دهد. گفتنی است به جهت خلاصه‌نویسی، برای بیان حالت ستاره در مطالب تخصصی از علامت $\curlyvee$ استفاده می‌شود.



ب) اتصال ستاره روی تخته کلم موتور

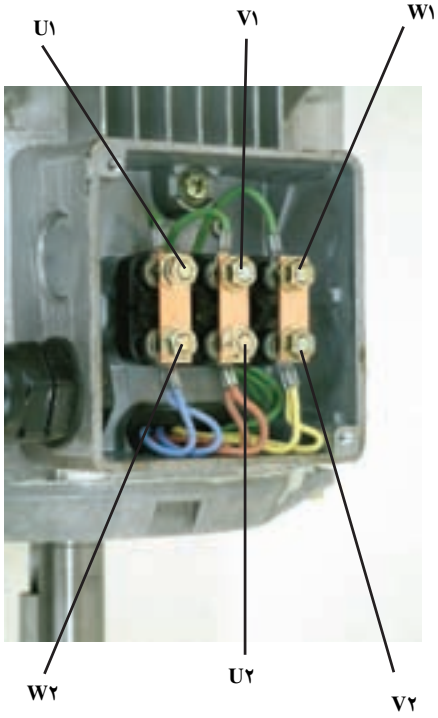


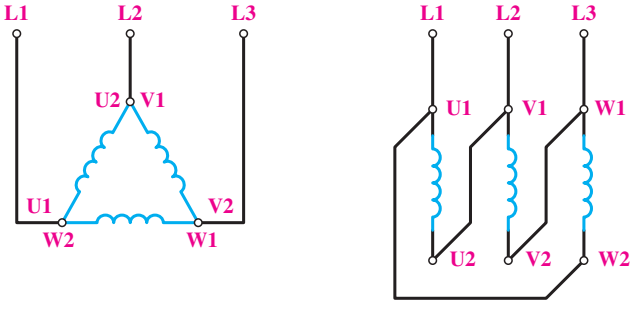
الف) شکل مداری اتصال ستاره

شکل ۲۱ــ۷

اتصال مثلث

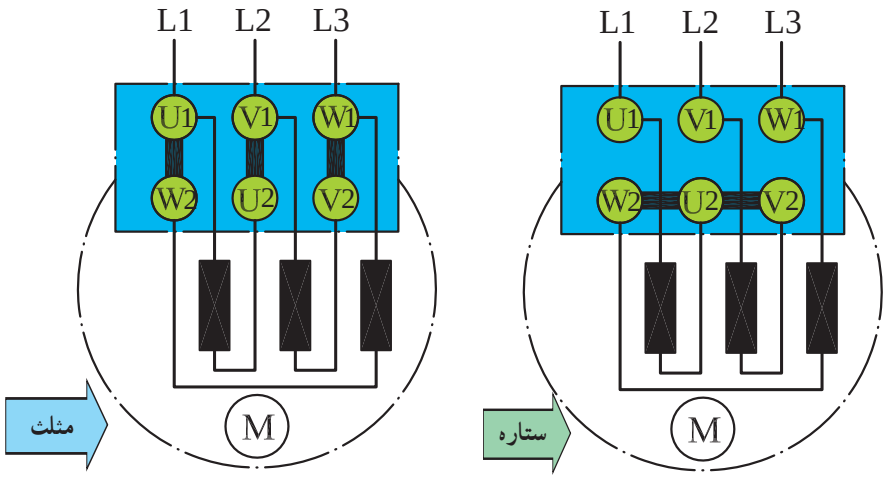
هرگاه انتهای کلاف اول (U۲) به ابتدای کلاف دوم (V۱) و انتهای کلاف دوم (V۲) به ابتدای کلاف سوم (W۱) و به همین ترتیب انتهای کلاف سوم (W۲) به ابتدای کلاف اول (U۱) وصل شود، به این اتصال «اتصال مثلث» گویند. شکل ۲۲ــ۷، نحوه‌ی اتصال ستاره به‌صورت مداری و روی تخته کلم موتور را نشان می‌دهد. جهت خلاصه‌نویسی، برای بیان حالت مثلث در متون فنی از علامت Δ استفاده می‌شود.





شکل ۲۲ــ۷

تصاویر شکل ۲۳ــ۷ چگونگی ایجاد اتصال ستاره و مثلث را به روش ترسیمی بر روی تخته کلم موتور سه‌فاز نشان می‌دهد.



شکل ۲۳ــ۷

ــ اگر از وسایل و تجهیزات کارگاه به‌خوبی مراقبت کنید این وسایل می‌توانند سال‌های متوالی در اختیار هنرجویان قرار گیرند.

کار عملی ۹

هدف: تشخیص سر و ته کلاف‌های موتور و اطمینان از سالم بودن کلاف‌ها

مراحل اجرای کار

◀ تخته‌کلم موتور سه‌فازی را مطابق شکل ۲۴ــ۷ باز کنید و محل اتصال سر و ته کلاف‌ها را به همراه حروف مشخصه یادداشت کنید.

◀ آوومتر موجود در کارگاه را درحالت اهم‌متری قرار دهید.

شکل ۲۴ــ۷

◀ دو سر سیم اهم‌متر را، مطابق شکل ۲۵ــ۷، به پیچ‌های تخته‌کلم وصل کنید. در این‌صورت لازم است عقربه‌ی اهم‌متر تا انتهای صفحه منحرف شود.

شکل ۲۵ــ۷

◀ محل سر سیم‌های اهم‌متر را، مطابق شکل ۲۶ــ۷، تغییر دهید. در این حالت نیز لازم است عقربه‌ی اهم‌متر تا انتهای صفحه منحرف شود.

شکل ۲۶ــ۷

◄ در مرحله‌ی سوم نیز، مانند شکل ۲۷ــ۷، محل قرار گرفتن سر سیم‌های اهم‌متر را تغییر دهید.

در این شرایط نیز لازم است عقربه تا انتهای صفحه منحرف شود.

شکل ۲۷ــ۷

◄ شکل ۲۸ــ۷، تسمه‌های مسی مربوط به اتصالات تخته‌کلم، را به همراه مهره و واشر نشان می‌دهد. برای ایجاد اتصالات، آن‌ها را از انبار تحویل بگیرید.

شکل ۲۸ــ۷

◄ با به‌کارگیری آچار مخصوص مهره‌ی مربوط به اتصالات تخته‌کلم مطابق شکل ۲۹ــ۷، انتهای کلاف‌ها را به یکدیگر وصل کنید.

شکل ۲۹ــ۷

تذکر

درصورتی که پیچ‌های نشان داده شده در تصاویر غیر از حالات نشان داده شده، با یکدیگر یا بدنه‌ی موتور ارتباط داشته باشند موتور سالم نیست و نباید آن را در مدار قرار داد.

◀ در شکل ۳۰ــ۷ تخته‌کلم یک موتور را، که به‌حالت ستاره وصل شده است،مشاهده می‌کنید.با استفاده از اهم‌متر، مقدار مقاومت سر و ته کلاف‌های هر فاز موتور را اندازه‌گیری کنید.

$R_۱ = R_{(U_۱-U_۲)} = \cdots\cdots\ \Omega$

$R_۲ = R_{(V_۱-V_۲)} = \cdots\cdots\ \Omega$

$R_۳ = R_{(W_۱-W_۲)} = \cdots\cdots\ \Omega$

شکل ۳۰ــ۷

◀ در این شرایط و در صورت سالم بودن موتور هرگاه یک سیم اهم‌متر به بدنه و سر سیم دیگر به هریک از سیم‌پیچ‌های تخته‌کلم وصل شود، عقربه نباید منحرف شود. به‌عبارت دیگر نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین کلاف‌های موتور با بدنه وجود داشته باشد. برای اطمینان می‌توان از میگر، لامپ تست یا اهم‌متر در رنج‌های بالا، اتصال نداشتن بدنه را آزمایش کرد.

◀ با کمک آچار اتصال ستاره را باز کنید.

◀ با به‌کارگیری آچار مخصوص، مهره‌ی مربوط به اتصالات تخته‌کلم را مطابق شکل ۳۱ــ۷ به یکدیگر وصل کنید.

شکل ۳۱ــ۷

◀ در شکل ۳۲ــ۷ تخته‌کلم یک موتور را، که به‌حالت مثلث وصل شده است، مشاهده می‌کنید. با استفاده از اهم‌متر، مقدار مقاومت بین ترمینال‌های موتور را اندازه‌گیری کنید.

$R_۱ = R_{(U_۱-V_۱)} = \cdots\cdots\ \Omega$

$R_۲ = R_{(V_۱-W_۱)} = \cdots\cdots\ \Omega$

$R_۳ = R_{(W_۱-U_۱)} = \cdots\cdots\ \Omega$

شکل ۳۲ــ۷

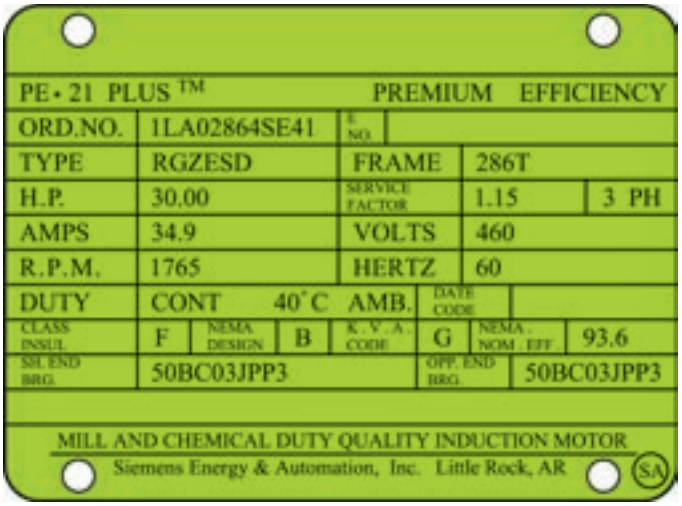
◄ در این شرایط و در صورت سالم بودن موتور نباید هیچ ارتباط الکتریکی بین کلاف‌های موتور با بدنه وجود داشته باشد. برای اطمینان می‌توان از میگر یا اهم‌متر در رنج‌های $[k\Omega]$، اتصال نداشتن سیم‌ها به بدنه را آزمایش کرد.

◄ با کمک آچار اتصال مثلث را باز کنید.

سؤال: آیا نتایج به‌دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟

۶ــ۷ــ آشنایی با پلاک مشخصات الکتروموتورهای سه فاز

برای انتخاب صحیح و مناسب موتور سه فاز، باید به توضیحات روی پلاک مشخصات موتور کاملاً توجه نمود. شکل پلاک موتورهای سه فاز، هم‌چنین اطلاعات نوشته شده در روی آن‌ها متفاوت است. شکل‌های ۳۳ــ۷ دو نمونه پلاک موتور سه‌فاز را نشان می‌دهد.



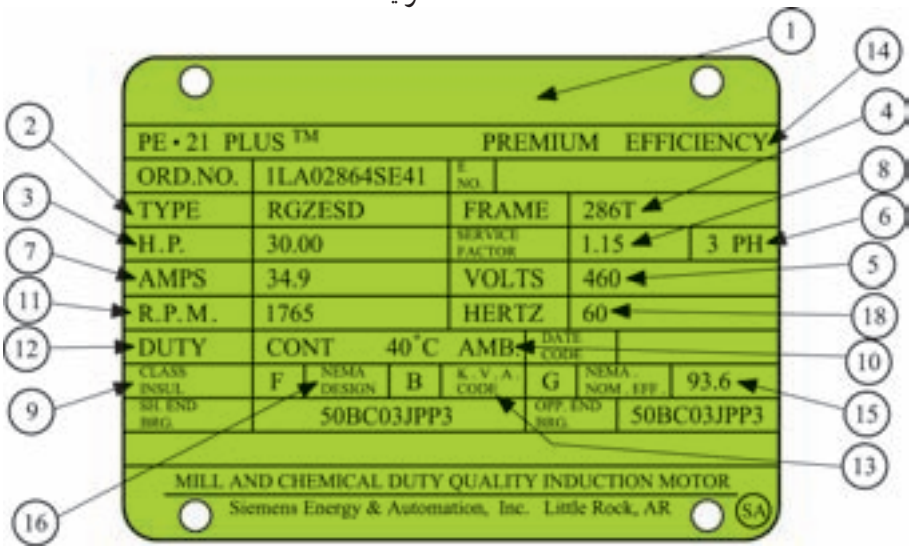
(الف)

(ب)

شکل ۳۳ــ۷

اگر مشخصات نوشته شده (روی پلاک موتورها) را با یکدیگر مقایسه کنیم مشاهده می‌شود که این پلاک‌ها تفاوت‌هایی با هم دارند.

در شکل ۳۴ــ۷ بخش‌های مختلف یک نوع پلاک موتور سه فاز مشاهده می‌شود و در جدول ۱ــ۷ توضیحات مربوط به هر یک آمده است.



شکل ۳۴ــ۷

جدول ۱ــ۷

شماره	اطلاعات داده شده
۱	نام کارخانه
۲	مدل
۳	قدرت برحسب اسب بخار
۴	شماره‌ی بدنه
۵	ولتاژ کار
۶	تعداد فاز ــ یک فاز یا سه فاز
۷	مقدار جریان (مقدار آمپر)
۸	ضریب خدمات (ضریب کارکرد)
۹	کلاس عایقی
۱۰	دمای مجاور (دمای محیط)
۱۱	تعداد دور در دقیقه
۱۲	مدت زمان کار موتور در بار نامی
۱۳	حرف رمز حالت توقف و یا در حال کار روتور
۱۴	حداکثر بازده
۱۵	میزان بازده اسمی
۱۶	استاندارد کارخانجات تولید کننده‌ی وسایل الکتریکی
۱۷	ضریب قدرت
۱۸	فرکانس (برحسب هرتز)

سؤالات

۱ــ ساختمان موتور DC از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟
۲ــ نقش آرمیچر در موتور DC چیست؟
۳ــ یک موتور DC چگونه می‌چرخد؟
۴ــ در مدارات، موتور DC را چگونه نمایش می‌دهند؟
۵ ــ ساختمان موتور AC از چه قسمت‌هایی تشکیل شده است؟
۶ــ فرق اتصال ستاره و مثلث چیست؟
۷ــ خصوصیات اتصال ستاره و مثلث را بنویسید.
۸ ــ موتورهای یکفازه چند سیم‌پیچ دارند؟
۹ــ موتورهای یونیورسال چه نوع موتورهایی هستند؟
۱۰ــ ساختمان موتورهای با قطب چاکدار به چه صورت است؟
۱۱ــ اتصال ستاره و مثلث را بر روی یک تخته کلم ترسیم کنید.