واحد کار دوم

الف ــ توانایی الگوبرداری از سیم‌پیچی استاتور الکتروموتورهای سه فاز یک‌سرعته‌ی یک طبقه

ب ــ توانایی خارج کردن سیم‌های سوخته از داخل استاتور

ج ــ توانایی ساختن عایق‌های شیار و عایق‌کاری روی کلاف‌ها در شیارهای استاتور و پیشانی کلاف‌ها

هدف کلی

آماده‌سازی استاتور الکتروموتورها برای سیم‌پیچی

هدف‌های رفتاری : فراگیر پس از پایان این واحد کار می‌تواند :

۱ــ پلاک موتور را بخواند.
۲ــ شناسنامه‌ای برای موتور تهیه کند.
۳ــ شناسنامه‌ی موتور را با مشخصات موجود در پلاک موتور کامل کند.
۴ــ نوع سیم‌بندی موتور را از نظر کلاف مساوی و متحدالمرکز از سیم‌بندی موجود موتور تعیین کند.
۵ــ سیم‌بندی یک طبقه و چند طبقه‌ی موتور را معلوم کند.
۶ــ تعداد دور هر کلاف را از طریق شمارش به‌دست آورد.
۷ــ قطر سیم‌ها را با استفاده از میکرومتر اندازه‌گیری و تعیین کند.
۸ــ نقشه‌ی موتور را از طریق تعقیب سیم‌بندی موجود به‌دست آورد.

۹ــ اصول اولیه‌ی درآوردن سیم‌ها را بیان کند.
۱۰ــ نرم کردن سیم‌ها را در کوره‌ی حرارتی شرح دهد.
۱۱ــ درجه حرارت مناسب را برای گرم کردن سیم‌ها بیان کند.
۱۲ــ با قلم یا اره سیم‌ها را برش دهد و سیم‌ها را از استاتور خارج کند.
۱۳ــ حلال لاک را نام ببرد و کاربرد آن را بیان کند.
۱۴ــ اثرات نامطلوب استفاده‌ی مستقیم از شعله را در خارج کردن سیم‌ها از استاتور بیان کند.
۱۵ــ انواع عایق‌ها را نام ببرد.
۱۶ــ انواع شیارها را نام ببرد.
۱۷ــ چگونگی کلاس‌بندی عایق‌ها را بیان کند.
۱۸ــ اصول عایق‌کاری شیارها را شرح دهد.
۱۹ــ عایق‌های شیارها را بسازد و روی کلاف‌ها و داخل شیارهای استاتور و پیشانی کلاف‌ها را عایق‌کاری کند.

ساعات آموزش		
نظری	عملی	جمع
۷	۴۹	۵۶

پیش آزمون (۲)

۱ــ سیم‌پیچی الکتروموتورهای سه فاز بیشتر از کدام نوع است؟

الف) کلاف مساوی　　ب) کلاف متحدالمرکز

ج) کلاف مساوی و کلاف متحدالمرکز　　د) سیم‌پیچی موجی یا کلاف مساوی

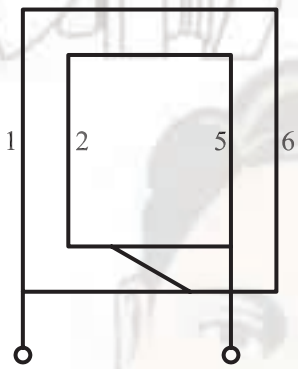
۲ــ گام سیم‌پیچی را گام..... نیز می‌گویند.

الف) قطبی　　ب) فازی　　ج) کلاف　　د) عقب

۳ــ در مورد سیم‌بندی شکل زیر می‌توان گفت که گام قطبی..... است.

الف) برابر یا کوچک‌تر از ۶　　ب) برابر یا بزرگ‌تر از ۴

ج) برابر یا بزرگ‌تر از ۶　　د) برابر یا کوچک‌تر از ۵



۴ــ بیشتر موتورهای یک فاز به‌صورت..... پیچیده می‌شوند.

الف) کلاف مساوی　　ب) کلاف متحدالمرکز

ج) کلاف مساوی و کلاف متحدالمرکز　　د) سیم‌پیچی حلقوی یا موجی

۵ــ از کدام مشخصه‌ی موتور می‌توان به گام سیم‌بندی رسید؟

الف) دور موتور　　ب) ضریب توان موتور

ج) تعداد شیارهای موتور　　د) تعداد دور و تعداد شیارها

۶ــ در سیم‌بندی یک طبقه با گام کامل گام..... با گام کلاف برابر است.

الف) قطبی　　ب) فازی　　ج) قطبی یا فازی　　د) عقب

۷ــ برای درآوردن سیم‌های سوخته از درون استاتور کدام روش مناسب نمی‌باشد؟

الف) قرار دادن سیم‌ها در داخل حلال لاک

ب) سوزاندن سیم‌ها با شعله‌ی مستقیم

ج) قرار دادن سیم‌ها در کوره، با دمای مناسب، به مدت چند ساعت

د) بریدن سیم‌ها و درآوردن آن‌ها

۸ــ دمای مناسب برای گرم کردن سیم‌ها، به منظور شل شدن آن‌ها، چند درجه‌ی سلسیوس است؟

الف) ۵۰ ب) ۱۰۰ ج) ۱۵۰ د) ۲۰۰

۹ــ برای نرم کردن سیم‌های داخل استاتور به منظور درآوردن آن‌ها، از..... استفاده می‌کنند.

الف) اشعه‌ی مادون قرمز ب) اشعه‌ی فوق‌بنفش

ج) امواج رادیویی د) امواج رادیویی یا اشعه‌ی ماورای‌بنفش

۱۰ــ روغن حلال لاک چه نام دارد؟

الف) بنزین ب) تینر ج) تری‌کلرور اتیلن د) پلی‌استر

۱۱ــ اثر استفاده از شعله‌ی مستقیم در خارج ساختن سیم‌های سوخته در استاتور کدام است؟

الف) تقویت آثار مغناطیسی

ب) تاب برداشتن پوسته

ج) تقویت آثار الکتریکی

د) کاهش خاصیت مغناطیسی و افزایش مشخصه‌ی الکتریکی و تاب برداشتن پوسته.

۱۲ــ کدام نوع عایق در عایق‌کاری شیارها به‌کار می‌رود؟

الف) کاغذ پرسپان (برشمان) ب) پلاستیک

ج) مقوای معمولی د) مخلوطی از کاغذ و پلاستیک

۱۳ــ استفاده از کدام نوع عایق در عایق‌کاری شیارهای استاتور مجاز نمی‌باشد؟

الف) کاغذ برشمان ب) ورق‌های رادیولوژی

ج) مواد پلی‌استر د) پلاستیک یا ورق‌های رادیولوژی

۱۴ــ در کدام موارد می‌توان از گذاشتن عایق بین دو بازو در یک شیار صرف‌نظر کرد؟

الف) وقتی بازوها در یک شیار مربوط به یک فاز باشند.

ب) بازوها در یک شیار مربوط به فازهای مختلف باشند.

ج) در موتورهای قدرت پایین.

د) گذاشتن عایق بین بازوها همواره ضروری است.

۱۵ــ انتخاب ضخامت عایق‌ها در عایق‌بندی الکتروموتورها بر چه اساسی است؟

الف) قدرت موتورها ب) ولتاژ تغذیه‌ی موتور

ج) جریان دریافتی موتور از شبکه د) جنس کاغذ عایق

۱۶ــ ضخامت عایق مورد نیاز برای عایق‌کاری الکتروموتوری که با ولتاژ ۲۲۰ ولت کار می‌کند چند میلی‌متر است؟

الف) ۰/۲ ب) ۰/۳ ج) ۰/۵ د) ۰/۶

الف ــ توانایی الگوبرداری از سیم‌پیچی استاتور الکتروموتورهای سه فاز یک سرعته‌ی یک طبقه

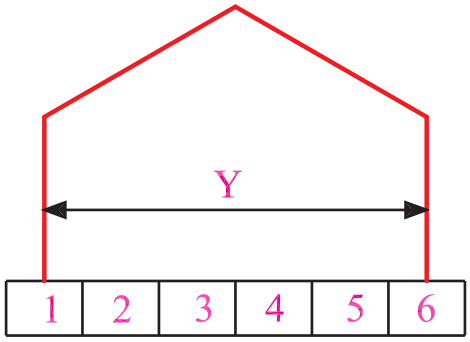
۱ــ۲ــ مقدمه

در تجدید سیم‌پیچی الکتروموتورها لازم است مشخصات سیم‌پیچی را از پلاک موتور و سیم‌پیچی آسیب دیده (سیم‌پیچ‌های سوخته) تعیین کرد. برای این منظور دانستن اصطلاحات عمومی و اولیه‌ی سیم‌پیچی الکتروموتورها ضروری است، لذا در این‌جا بعضی از این اصطلاحات را به‌طور مختصر بررسی می‌کنیم و شرح کامل آن‌ها را در محاسبات الکتروموتورها دنبال خواهیم کرد.

۲ــ۲ــ تعاریف

۱ــ۲ــ۲ــ سیم‌پیچی یک طبقه: اگر در هر شیار استاتور یک بازوی کلاف قرار بگیرد سیم‌پیچی موتور را یک طبقه می‌گویند.

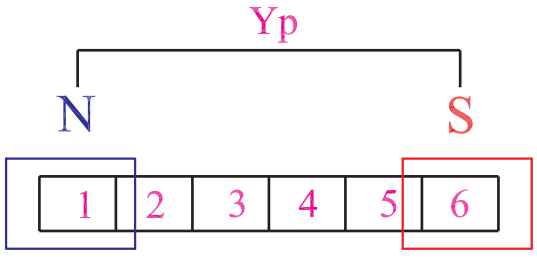
۲ــ۲ــ۲ــ گام کلاف: تعداد شیارهای موجود بین دو بازوی یک کلاف را گام سیم‌پیچی یا گام کلاف می‌گویند (شکل ۱ــ۲ــ الف).



الف ــ گام کلاف

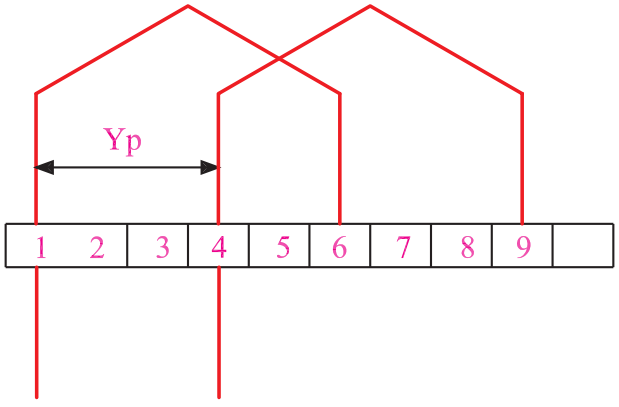
۳ــ۲ــ۲ــ گام قطبی: تعداد شیارهای موجود بین دو قطب متوالی را گام قطبی می‌گویند که مقدار آن از تقسیم تعداد شیارها به تعداد قطب‌ها به‌دست می‌آید و آن را با Y_P نشان می‌دهند (شکل ۱ــ۲ــ ب).

$$\text{گام قطبی} = \frac{\text{تعداد شیارها}}{\text{تعداد قطب‌ها}} \quad \boxed{Y_P = \frac{Z}{2P}}$$



ب ــ گام قطبی

۴ــ۲ــ۲ــ گام فازی: تعداد شیارهای موجود بین شروع دو فاز را گام فازی می‌گویند و آن را با Y_{Ph} نشان می‌دهند. مقدار آن در موتور سه فاز دو سوم گام قطبی و در موتور تک‌فاز نصف گام قطبی می‌باشد (شکل ۱ــ۲ــ ج).



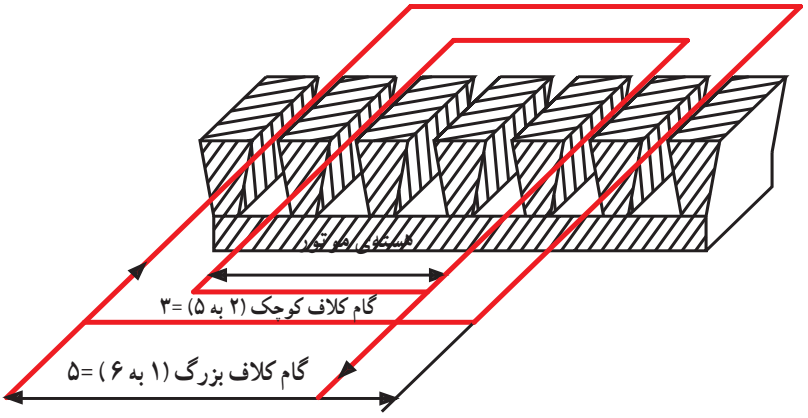
ج ــ گام فازی

شکل ۱ــ۲

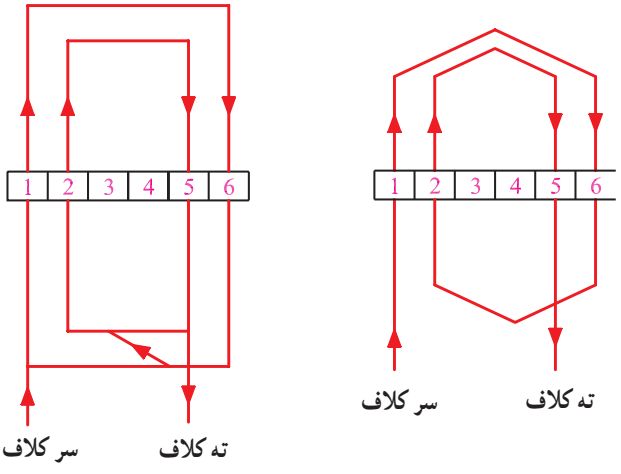
۳ــ۲ــ انواع سیم‌پیچی الکتروموتورها و روش‌های ترسیم دیاگرام آن‌ها

کلاف‌های سیم‌پیچی الکتروموتورها به دو صورت کلاف مساوی و کلاف متحدالمرکز پیچیده می‌شود.

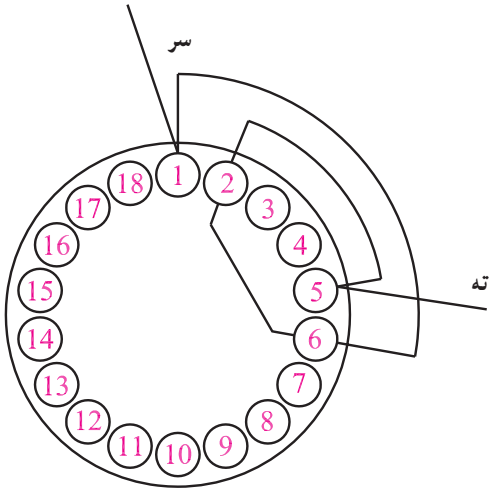
۱ــ۳ــ۲ــ سیم‌پیچی کلاف متحدالمرکز: در این نوع سیم‌پیچی، گام کلاف‌ها متفاوت است ولی مرکز کلاف‌های مربوط به یک گروه در یک نقطه است. دیاگرام سیم‌پیچی‌ها، به‌صورت گسترده و مدور ترسیم می‌شود (شکل ۲ــ۲ــ الف، ب و ج).



الف ــ شمای سیم‌پیچ متحدالمرکز در داخل شیارهای استاتور



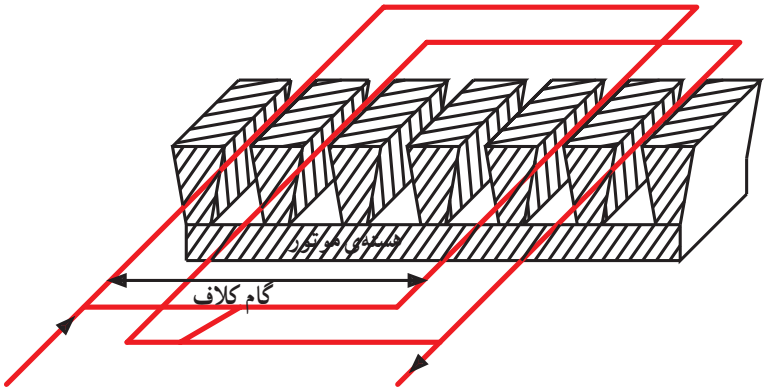
ب ــ دیاگرام گسترده‌ی کلاف متحدالمرکز



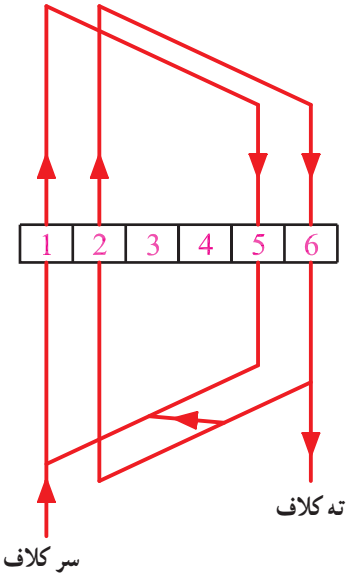
ج ــ دیاگرام مدوّر کلاف متحدالمرکز

شکل ۲ــ۲ــ کلاف‌ها و دیاگرام سیم‌پیچی متحدالمرکز

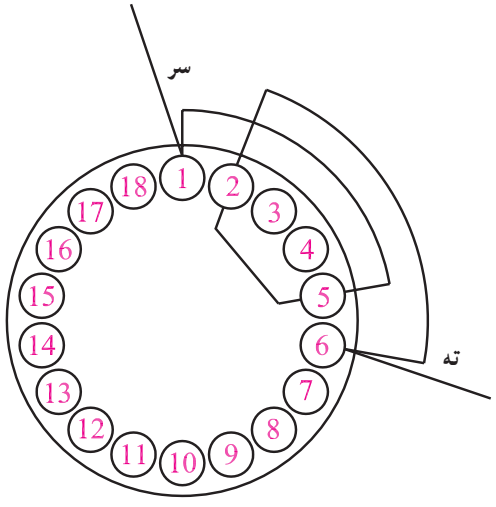
۲ــ۳ــ۲ــ سیم‌پیچی کلاف مساوی: در این نوع سیم‌بندی گام کلاف‌ها برابر هستند و تعداد دور کلاف‌ها در سراسر سیم‌پیچی الکتروموتور مساوی می‌باشد. در بیشتر موتورهای صنعتی از سیم‌پیچی کلاف مساوی استفاده می‌شود. در نمایش این سیم‌پیچ‌ها از دیاگرام گسترده و مدوّر استفاده می‌شود (شکل ۳ــ۲).



الف ــ شمای کلی سیم‌پیچ گام مساوی در داخل شیارهای استاتور



ب ــ دیاگرام گسترده‌ی کلاف مساوی



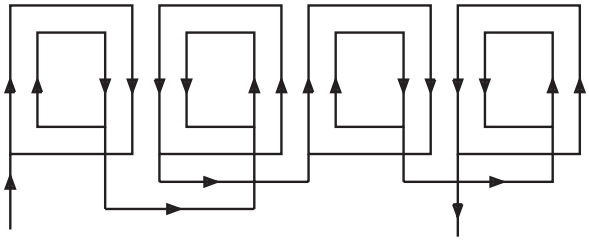
ج ــ دیاگرام مدوّر کلاف مساوی

شکل ۳ــ۲ــ سیم‌پیچی کلاف مساوی

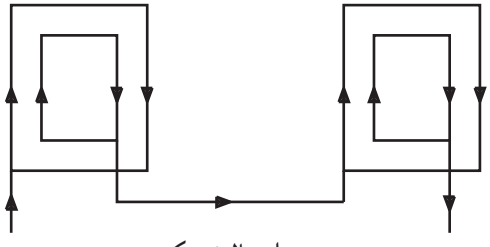
۴ــ۲ــ سربندی کلاف‌ها

اتصال کلاف‌های یک فاز را به هم‌دیگر سربندی کلاف‌ها می‌گویند. دو نوع سربندی وجود دارد ؛ یکی سربندی اتصال دور (اتصال سر به سر و ته به ته) سیم‌بندی به‌ازای قطب یا گام کوتاه، و دیگری سربندی اتصال نزدیک (اتصال سر به ته و ته به سر) سیم‌بندی به‌ازای جفت قطب یا گام کامل. اتصال دور کلاف‌ها، مواقعی انجام می‌شود که کلاف‌های مجاور مربوط به یک فاز از هم‌دیگر فاصله‌ای نداشته باشند، اما اتصال نزدیک زمانی انجام می‌شود که کلاف‌های مربوط به یک فاز، یک گام قطبی از هم‌دیگر فاصله داشته باشند.

در شکل ۴ــ۲ اتصال دور و نزدیک برای سیم‌پیچی کلاف متحدالمرکز مشاهده می‌شود.



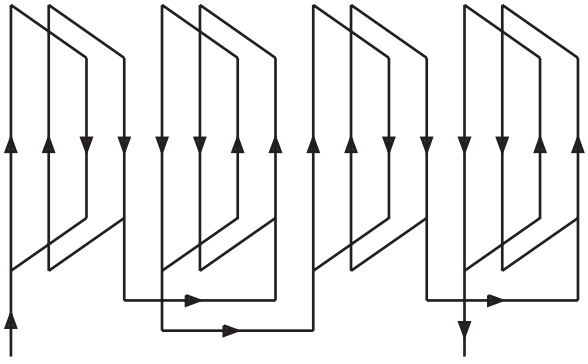
الف ــ اتصال دور



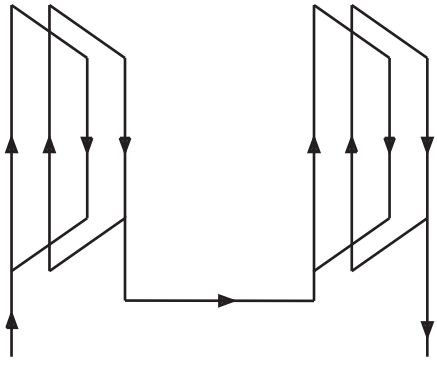
ب ــ اتصال نزدیک

شکل ۴ــ۲ــ اتصال دور و نزدیک سیم‌پیچی متحدالمرکز

در شکل ۵ــ۲ اتصال دور و نزدیک برای سیم‌پیچی کلاف مساوی مشاهده می‌شود.



الف ــ اتصال دور



ب ــ اتصال نزدیک

شکل ۵ــ۲ــ اتصال دور و نزدیک سیم‌پیچی کلاف مساوی

۵ــ۲ــ تخته کلم یا جعبه‌ی اتصالات الکتروموتورها

در سیم‌پیچی‌های معمولی، پس از سربندی کلاف‌ها، از هر فاز دو سر سیم را به بیرون موتور هدایت می‌کنند تا جهت تغذیه به شبکه‌ی برق اتصال داده شود. بنابراین ۶ ترمینال در جعبه‌ی اتصال برای ارتباط سیم‌پیچ‌ها به شبکه‌ی برق لازم است (شکل ۶ــ۲). اتصال سیم‌پیچ‌ها به دو طریق ستاره یا مثلث انجام می‌شود (شکل‌های ۷ــ۲ و ۸ــ۲). اتصال ستاره یا مثلث به طراحی سیم‌پیچ‌ها و ولتاژ خطی شبکه‌ی تغذیه بستگی دارد.

پیش از این، بنابر قرارداد، شروع فاز اول را با U و انتهای آن را با X و شروع فاز دوم را با V و انتهای آن را با Y و شروع فاز سوم را با W و انتهای آن را با Z نشان می‌دادند. ولی درحال حاضر در استاندارد IEC سرکلاف‌ها را به U_1 و V_1 و W_1 نشان می‌دهند و انتهای آن‌ها را به U_2 و V_2 و W_2 نام‌گذاری می‌کنند.

هم‌چنین مثلاً با توجه به استاندارد VDE فازهای شبکه را با T و S و R مشخص می‌کردند ولی براساس استانداردهای IEC فازها با L_3 و L_2 و L_1 نشان داده می‌شوند.

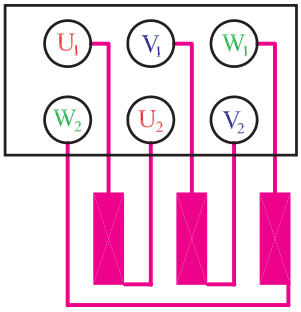
۶ــ۲ــ کار عملی (زمان: ۲۲ ساعت)

۱ــ۶ــ۲ــ هدف: الگوبرداری از سیم‌پیچی استاتور الکتروموتور سه فاز

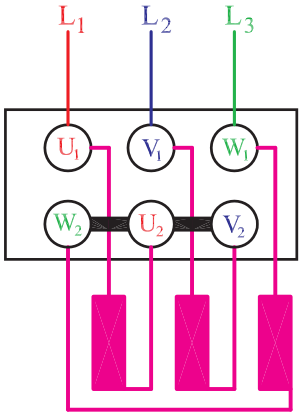
۲ــ۶ــ۲ــ نکات ایمنی: لباس کار، کفش ایمنی و دستکش بپوشید، محیط کار را خلوت کنید و ابزار مزاحم را از محیط کار دور کنید.

۳ــ۶ــ۲ــ وسایل و ابزار مورد نیاز

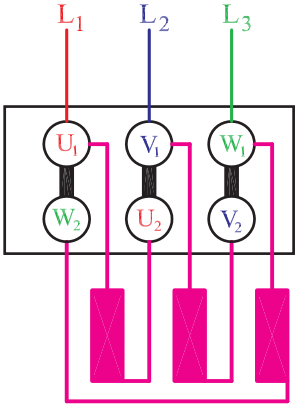
- استاتور الکتروموتور سه فاز یک‌سرعته، یک عدد
- سیم‌چین
- انبردست
- اره آهن‌بر
- دم‌باریک
- کاغذ A_4 میلی‌متری و ساده از هر کدام یک برگ
- مداد رنگی (آبی، قرمز، سبز)
- مدادتراش
- جوهر پاک‌کن



شکل ۶ــ۲ــ تخته کلم و نحوه‌ی اتصال سر سیم‌پیچ‌ها به ترمینال‌ها



شکل ۷ــ۲ــ اتصال ستاره



شکل ۸ــ۲ــ اتصال مثلث

شکل ۹ــ۲ــ جمع‌آوری قطعات جدا شده

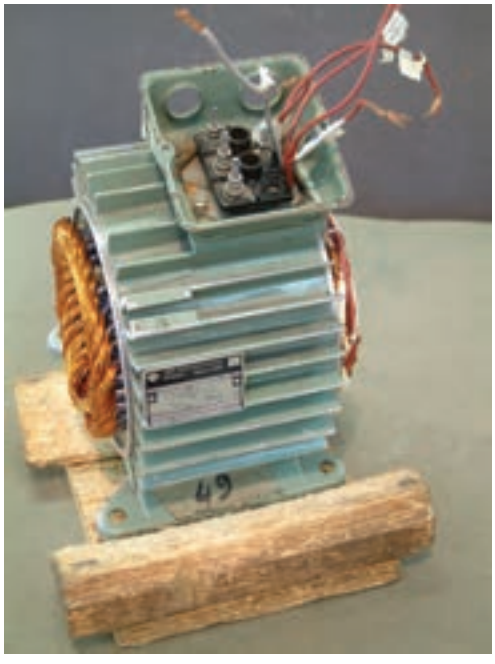
ـ میکرومتر
ـ خط‌کش
ـ شابلن دایره
ـ پرگار
ـ استاتور نگهدار (شکل ۱۰ـ۲)

۴ـ۶ـ۲ـ مراحل کار

ـ یک الکتروموتور سه فاز یک‌سرعته در اختیار بگیرید.
ـ با الیاف نخی یا پارچه بدنه‌ی موتور را کاملاً پاک کنید.
ـ قطعات موتور را جدا کنید.
ـ یک استاتور نگهدار تهیه کنید.

شکل ۱۰ـ۲ـ استاتور نگهدار

ـ استاتور را روی استاتور نگهدار قرار دهید (شکل ۱۱ـ۲).



شکل ۱۱ـ۲ـ استقرار استاتور روی استاتور نگهدار

ـ پلاک موتور را در اختیار بگیرید (شکل ۱۲ـ۲).

شکل ۱۲ـ۲ـ پلاک استاتور

شناسنامه‌ای برای موتور مطابق جدول ۱ــ۲ تهیه کنید و قسمت فوقانی جدول را براساس پلاک موتور کامل کنید.

جدول ۱ــ۲

شناسنامه‌ی موتور			
Style ...	frame ...	HP KW ...	Ph ...
R . P . M No. Poles	Cycles Hz C . P . S	Volts ... 人/△	Amps ...
Deg. EC Rise T	Hour Time	Code ...	S. F. (Amps)...
Service factor ...	Housing ...	Type ...	Serial ...
type ...	Z. S. (تعدادشیار)...	... کارخانه‌ی سازنده	

فرض می‌کنیم پلاک موتور به‌صورت جدول ۲ــ۲ باشد.

جدول ۲ــ۲

MASHINE SAZI TABRIZ	
3 ~ MOT.	TYPE 100 / 28-2
人/△ FRAM B3 NO-20/6982	
3KW 220 / 380 V 50Hz	
10.9 / 6.22 A 2850 R.P.M	
COS φ 0.87 I SOL E 3.4Kg	
IP 33	

در این حالت قسمت فوقانی شناسنامه‌ی موتور مطابق جدول ۳ــ۲ خواهد شد.

جدول ۳ــ۲ــ جدول تکمیل‌شده پلاک جدول ۲ــ۲

شناسنامه‌ی موتور			
Style	Frame = B3	HP KW=3KW	Ph = 3
R.P.M = 2850 No. Poles	Cycles Hz=50Hz IP 33	Volts220/380V COS φ = 0.87	Amps10.9/6.2 I SOL E 3.4 Kg
Deg. EC Rise T	Hour Time	Code	S. F. (Amps)
Service factor	Housing	Type = 100/28-2	Serial = 20/6982
Type	Z. S (تعدادشیار)	کارخانه‌ی سازنده=MASHINE SAZI TABRIZ	

ــ نخ‌بندی موتور را با سیم‌چین ببرید و نخ‌ها را خارج کنید و کلاف‌های موتور را آزاد کنید (شکل ۱۳ــ۲).

شکل ۱۳ــ۲ــ چیدن نخ‌های کلاف‌بندی با سیم‌چین

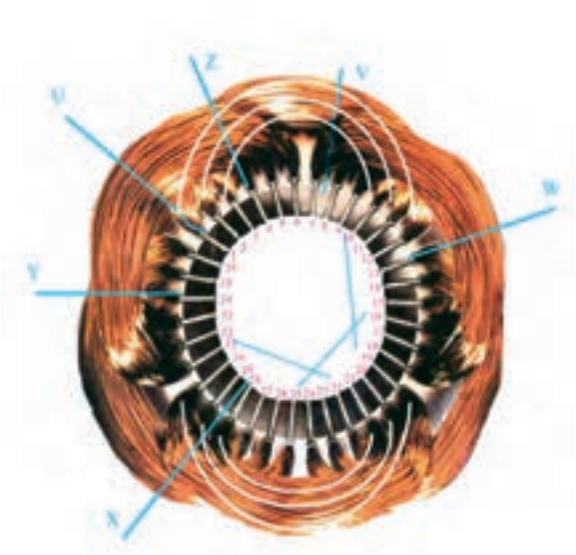
ـ تعداد پیچک‌ها را در هر گروه کلاف، نوع سیم‌پیچی، تعداد شیارها، تعداد طبقات، شروع فازها و گام کلاف‌ها را از سیم‌پیچ الکتروموتور تعیین کنید.

درشکل ۱۴ـ۲ مشخصات سیم‌پیچ عبارت است از :

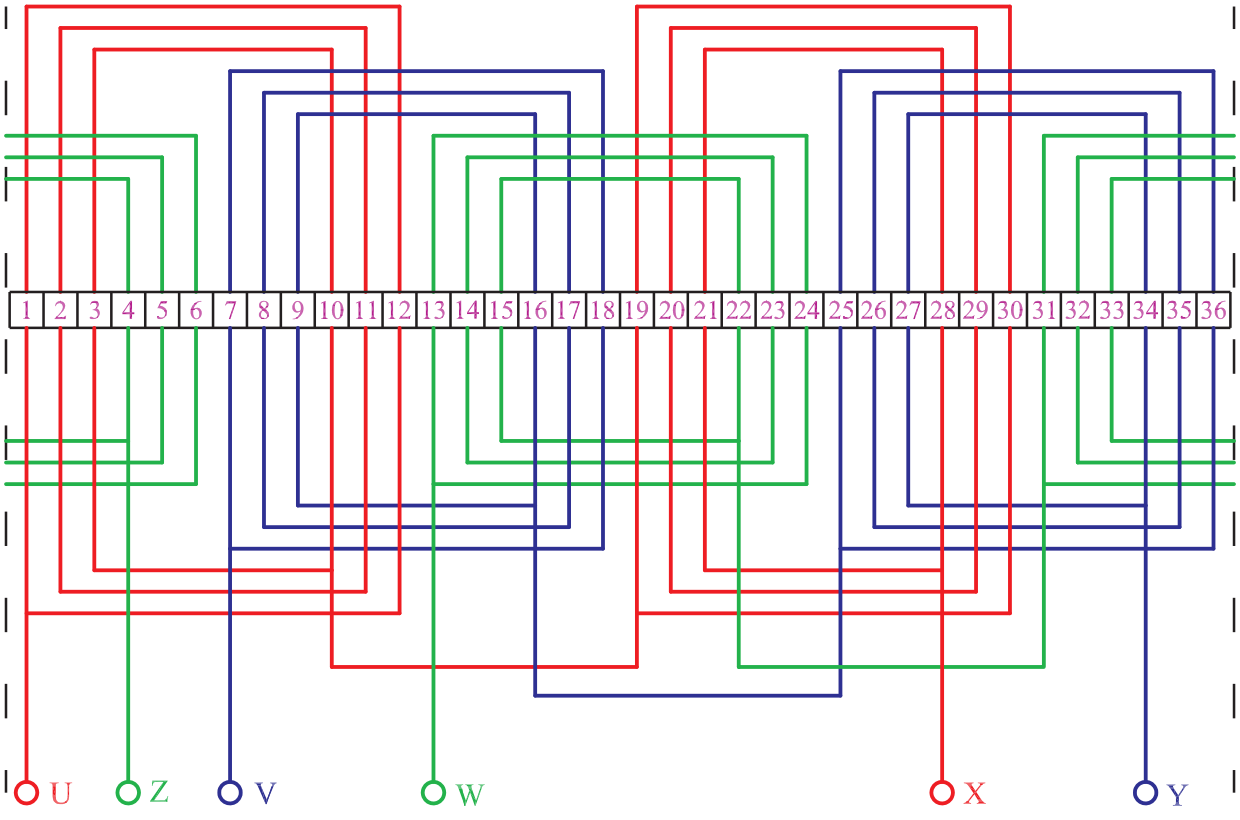
سه پیچک در هر گروه کلاف ـ نوع سیم‌پیچی سه فاز متحدالمرکز ـ ۳۶ شیار ـ یک طبقه ـ فاز اول از شیار ۱، فاز دوم از شیار ۷ و فاز سوم از شیار ۱۳ شروع می‌شوند ـ گام پیچک‌ها ۱۲ـ۱، ۱۱ـ۲ و ۱۰ـ۳ می‌باشد.

ـ دیاگرام سیم‌بندی را رسم کنید.

با توجه به شکل ۱۴ـ۲ دیاگرام سیم‌بندی گسترده‌ی سیم‌پیچی مطابق شکل ۱۵ـ۲ ترسیم می‌شود.

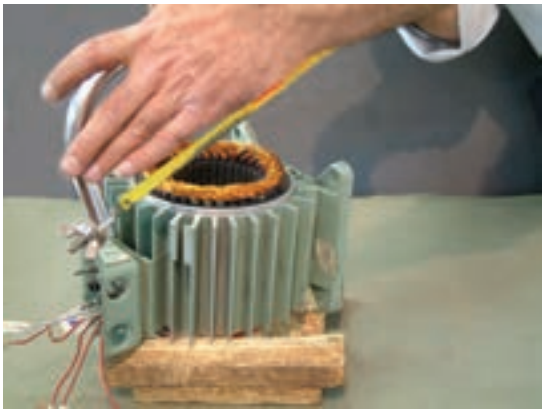


شکل ۱۴ـ۲ـ مشخصات سیم‌پیچ



شکل ۱۵ـ۲ـ دیاگرام گسترده‌ی سیم‌پیچی

ــ با کمان اره یا قیچی آهن‌بر پیچک‌های یکی از کلاف‌ها را ببرید (شکل ۱۶ــ۲) و تعداد دور هر پیچک را شمرده و در شناسنامه‌ی موتور یادداشت کنید. قطر سیم‌ها را با میکرومتر اندازه بگیرید و در شناسنامه‌ی موتور بنویسید.



شکل ۱۶ــ۲ــ برش پیچک‌ها و شمارش تعداد دور

آزمون پایانی (۲ـ الف)

۱ـ چگونه می‌توان طبقات سیم‌بندی یک موتور را تشخیص داد؟
۲ـ گام کلاف و گام قطبی را شرح دهید و بیان کنید در چه موقعی مقادیر آن‌ها با هم برابرند.
۳ـ گام قطبی یک الکتروموتور سه فاز ۲۴ شیار چهار قطب را به‌دست آورید.
۴ـ سیم‌پیچی متحدالمرکز و کلاف مساوی را شرح دهید.
۵ـ گام فازی را شرح دهید.
۶ـ دیاگرام مدوّر شکل ۱۵ـ۲ را رسم کنید.
۷ـ اتصال دور و نزدیک سربندی گروه کلاف‌ها را شرح دهید.
۸ـ از استاتور نگهدار در کارگاه سیم‌پیچی به چه منظور استفاده می‌شود؟
۹ـ مراحل الگوبرداری از سیم‌پیچی یک موتور را به‌ترتیب نام ببرید.
۱۰ـ چه اطلاعاتی از الگوبرداری سیم‌پیچ‌ها لازم است؟
۱۱ـ رابطه‌ی صحیح بین گام قطبی و گام فازی کدام است؟

الف) $y_P \cdot \frac{۱}{۳} y_Z$ ب) $y_Z \cdot \frac{۲}{۳} y_P$

ج) $y_Z \cdot y_P$ د) $y_P \cdot \frac{۲}{۳} y_Z$

۱۲ـ در سیم‌بندی به‌ازای قطب اتصال گروه کلاف‌های هر فاز..... می‌باشد و در سیم‌بندی به‌ازای جفت قطب اتصال گروه کلاف..... می‌باشد.

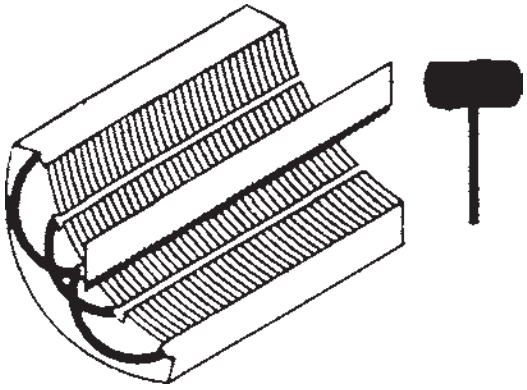
الف) دور ــ نزدیک ب) دور ــ دور
ج) نزدیک ــ دور د) نزدیک ــ نزدیک

ب ــ توانایی خارج کردن سیم‌های سوخته از داخل استاتور

۷ــ۲ــ کلیات

سیم‌های سوخته‌ی داخل استاتور به واسطه‌ی داشتن شارلاک یا مواد سفت‌کننده‌ی شیمیایی، به سادگی از داخل شیارهای استاتور خارج نمی‌شوند و از روش‌های مختلف برای درآوردن آن‌ها استفاده می‌شود. متداول‌ترین روش برای این‌کار استفاده از مواد حل‌کننده‌ی لاک، بریدن سیم‌ها با قلم یا ارّه و سوزاندن مستقیم سیم‌ها با شعله‌ی آتش می‌باشد.

قبل از درآوردن سیم‌ها، ابتدا گوه‌ها یا کاغذهای محافظ خارجی سیم‌ها را از قسمت داخلی استاتور بیرون می‌آورند. برای این منظور از تیغ ارّه استفاده می‌کنند، بدین‌طریق که دندانه‌های تیغ ارّه را در جهت خروج گوه‌ها قرار داده و با ضربات چکش گوه‌ها را درمی‌آورند (شکل ۱۷ــ۲).



شکل ۱۷ــ۲ــ درآوردن گوه‌ها از داخل شیارها

مناسب‌ترین روش نرم کردن لاک‌ها و سیم‌ها، قرار دادن استاتور در داخل کوره‌ی حرارتی (فر) می‌باشد. در این روش دمای کوره را روی ۲۰۰ C تنظیم می‌کنند و استاتور را به مدت چند ساعت (حداقل یک ساعت) در داخل کوره قرار می‌دهند تا سیم‌ها نرم شده و از شیارها خارج شود.

شکل ۱۸ــ۲ــ سوزاندن مستقیم سیم‌ها با شعله

در روش سوزاندن مستقیم سیم‌ها با شعله، سیم‌ها را در برابر شعله‌ی مشعل قرار می‌دهند و آن‌ها را می‌سوزانند (شکل ۱۸ــ۲). در این روش لازم است شعله به‌طور یکنواخت در سراسر استاتور چرخانده شود تا دمای سراسر استاتور، یکسان افزایش یابد وگرنه استاتور تاب برداشته و تقارن خود را از دست می‌دهد. ضمناً در این روش احتمال دارد خواص الکتریکی و مغناطیسی هسته صدمه ببیند ؛ لذا این روش برای درآوردن سیم‌ها توصیه نمی‌شود.

شکل ۱۹ــ۲ــ چند نمونه قلم برای بریدن سیم‌ها

در روش بریدن سیم‌ها، ابتدا با قلم یا اره، پیشانی کلاف‌ها را در یک طرف استاتور می‌برند (شکل ۱۹ــ۲). برش سیم‌ها تا هسته‌ی استاتور به‌طور یکنواخت انجام می‌شود. سپس با چکش و میله‌ای که قطر آن از قطر شیارها کمتر است، سیم‌ها را به طرف دوم استاتور هدایت می‌کنند. در طرف دوم سیم‌های هدایت شده را با انبردست بیرون می‌کشند.

در روش نرم کردن سیم‌ها از طریق حلال لاک، ابتدا استاتور را در داخل روغن تری‌کلرواتیلن (C_2HCL_3) قرار می‌دهند و به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه استاتور را در داخل تری‌کلرواتیلن نگه می‌دارند تا لاک‌ها حل شوند و سیم‌ها نرم شده و به‌راحتی از داخل شیارها خارج شوند.

۸ــ۲ــ کار عملی (زمان: ۱۲ ساعت)

۱ــ۸ــ۲ــ هدف: تخلیه‌ی سیم‌های سوخته‌ی استاتور

۲ــ۸ــ۲ــ نکات ایمنی: لباس کار مناسب، کفش ایمنی و دستکش محافظ بپوشید و به عینک و ماسک محافظ مجهز شوید.

۳ــ۸ــ۲ــ وسایل و ابزار مورد نیاز

- گیره‌ی موازی رومیزی
- اره‌ی آهن‌بر یا قلم (یک عدد)
- انبردست
- دم‌باریک
- چراغ کوره‌ای یا سرپیک گازی
- استاتور
- میز کار
- سنبه‌ی پین یا میله‌ی دم پهن
- ترانسفورماتور
- ماده‌ی نرم‌کننده‌ی شارلاک
- چکش فلزی
- جارو
- خاک‌انداز
- کیسه زباله

۴ــ۸ــ۲ــ مراحل کار

- استاتور را در اختیار بگیرید.
- استاتور را روی میز کار با گره محکم کنید.
- یک قلم را مطابق شکل ۲۰ــ۲ــ الف روی سیم‌های استاتور قرار دهید.

الف ــ قرار دادن قلم روی سیم‌ها

شکل ۲۰ــ۲

طبق شکل ۲۰ــ۲ــ ب با چکش به قلم ضربه بزنید و سیم‌های یک طرف کلاف‌های استاتور را ببرید.

ب ــ ضربه زدن به قلم

شکل ۲۰ــ۲ــ بریدن سیم‌ها به‌وسیله‌ی قلم

ــ سیم‌ها را در یک طرف استاتور تا هسته برش دهید (شکل ۲۱ــ۲).

شکل ۲۱ــ۲ــ برش سیم‌ها در یک طرف استاتور

ــ با چکش و ارّه، گوه‌ها یا کاغذهای برشمان را از داخل شیارها بیرون کنید. دقت کنید که اره به بدنه‌ی استاتور برخورد نکند (شکل ۲۲ــ۲).

شکل ۲۲ــ۲ــ بیرون آوردن گوه یا کاغذ برشمان از داخل شیارها

ــ با میله و چکش سیم‌های بریده شده را به طرف دوم استاتور هدایت کنید (شکل ۲۳ــ۲).

شکل ۲۳ــ۲ــ هدایت سیم‌ها به طرف دوم استاتور

ــ سیم‌های هدایت شده به طرف دوم استاتور را با انبردست از داخل استاتور بیرون آورید و در ظرف مخصوص انبار کنید (شکل ۲۴ــ۲).

شکل ۲۴ــ۲ــ سیم‌های بیرون آمده از استاتور

ــ پس از خارج کردن سیم‌ها، با هوای فشرده، سطح داخلی شیارها را از خرده سیم‌ها و براده‌های کاغذ برشمان یا گوه پاک کنید (شکل ۲۵ــ۲ــ الف و ب).

الف ــ پاک‌سازی خرده سیم‌ها به‌وسیله‌ی هوای فشرده

ب ــ تمیز کردن استاتور با برس سیمی

شکل ۲۵ــ۲ــ پاک‌سازی سطح شیارها

آزمون پایانی (۲ـ ب)

۱ـ روش‌های درآوردن سیم‌های سوخته‌ی یک استاتور را نام ببرید.

۲ـ مناسب‌ترین روش درآوردن سیم‌های یک استاتور را بیان کنید و مراحل کاری آن‌را به‌طور کامل شرح دهید.

۳ـ به چه دلیل استفاده‌ی مستقیم از شعله‌ی مشعل در خارج کردن سیم‌های استاتور توصیه نمی‌شود؟

۴ـ احتیاط‌هایی را که لازم است در خارج کردن سیم‌های استاتور در روش بریدن سیم‌ها رعایت کرد، بیان کنید.

۵ـ حلال لاک را نام ببرید و طرز استفاده از آن را در بیرون آوردن سیم‌های استاتور شرح دهید.

۶ـ طریقه‌ی تمیز کردن پوسته‌ی استاتور را پس از خالی کردن سیم‌ها شرح دهید.

۷ـ استفاده‌ی مستقیم از شعله‌ی آتش در خارج کردن سیم‌های سوخته ممکن است مشخصات..... موتور را تغییر دهد و موجب شود..... موتور تاب بردارد.

۸ـ نکات ایمنی که در خارج کردن سیم‌های سوخته از داخل استاتور لازم است رعایت نمود را بیان کنید.

ج ــ توانایی ساختن عایق‌های شیار و عایق‌کاری روی کلاف‌ها در شیارهای استاتور و پیشانی کلاف‌ها

۹ــ۲ــ مقدمه

یکی از مراحل حساس سیم‌پیچی الکتروموتورها عایق‌بندی شیارها و کلاف‌های استاتور است. عدم دقت در این مرحله موجب بروز اتصال بدنه می‌شود که خطراتی به دنبال خواهد داشت. پس لازم است این مرحله از تجدید سیم‌پیچی الکتروموتورها با دقت زیاد و حوصله‌ی کافی انجام گیرد. ضمناً از عایق مناسب استفاده شود و از به‌کار بردن عایق غیرمجاز پرهیز گردد. بعضاً دیده می‌شود که در عایق‌کاری شیارها و کلاف‌ها از ورق‌های رادیولوژی استفاده می‌شود. باید دانست که چون این ورق‌ها خاص رادیولوژی ساخته می‌شود و در ساختن آن‌ها مسائل عایق‌کاری و تحمل ولتاژ مدنظر نبوده است بنابراین نباید از آن‌ها در عایق‌کاری شیارها و کلاف‌ها استفاده کرد.

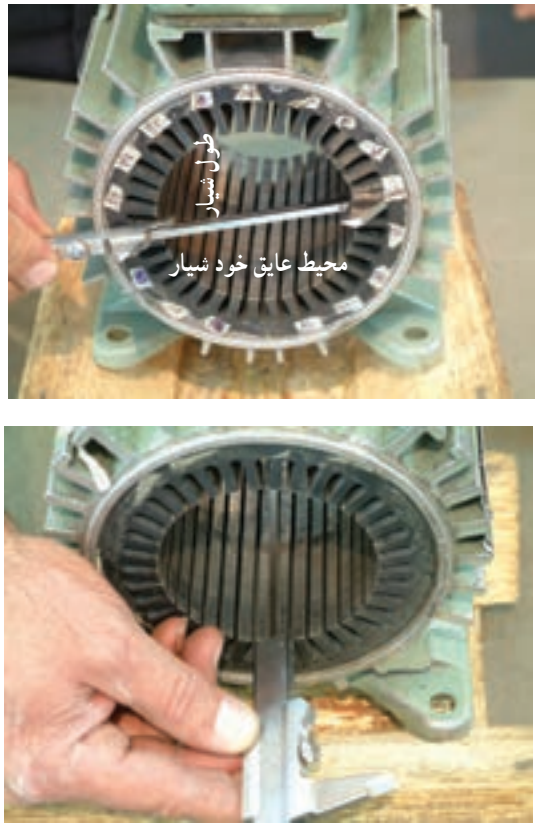
در صنعت موتور پیچی، از کاغذهای فشرده شده‌ای به نام کاغذ «پرسپان» استفاده می‌شود. این کاغذها در اصطلاح موتورپیچ‌ها به کاغذهای برشمان نیز معروف‌اند. کاغذهای برشمان در ضخامت‌های مختلف برای ولتاژهای مختلف ساخته می‌شوند و هرقدر ولتاژ تغذیه‌ی موتور زیادتر شود ضخامت عایق به‌کار رفته بیش‌تر می‌شود. در جدول ۴ــ۲ ضخامت‌های موردنیاز در ولتاژهای متفاوت نشان داده شده است.

جدول ۴ــ۲ــ جدول ضخامت عایق‌ها

ولتاژ فازی [v]	0 تا 100	100 تا 200	200 تا 300	300 تا 450	450 تا 800	800 تا 1000
ضخامت عایق [mm]	0.2	0.3	0.5	0.6	0.75	1

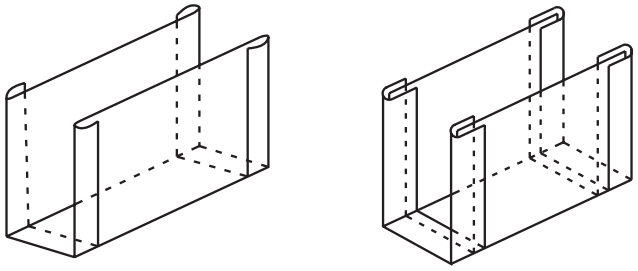
۱۰ــ۲ــ عایق‌بندی شیارها

پس از تمیز کردن سطح داخلی استاتور، شیارهای استاتور را با کاغذهای برشمان عایق‌بندی می‌کنند. در عایق‌بندی شیارها، اگر شیارها مشابه باشند ابتدا محیط داخلی و طول شیار را اندازه‌گیری می‌کنیم (شکل ۲۶ــ۲).



شکل ۲۶ــ۲ــ اندازه‌گیری محیط داخلی و طول شیار

با توجه به جدول ۴ــ۲ و ولتاژ فازی موتور قطر مناسب کاغذ برشمان را تعیین می‌کنیم. عرض کاغذ را به اندازه‌ی محیط داخلی شیار و طول آن را ۶ الی ۱۰ میلی‌متر بیش‌تر از اندازه‌ی طول شیار می‌بریم. کاغذ بریده شده را از دو طرف به اندازه‌ی ۲ میلی‌متر تا می‌کنیم (شکل ۲۷ــ۲ــ الف و ب).



الف ــ کاغذ عایق پس از تا شدن

ب ــ تا کردن و فرم دادن عایق برشمان

شکل ۲۷ــ۲

عایق‌ها را به دو منظور تا می‌کنند. یکی این که استحکام مکانیکی در قسمت تاخورده بیش‌تر شود، تا در جاگذاری کلاف‌ها و فرم دادن آن‌ها پاره نشود؛ و دیگر این‌که از حرکت عایق‌ها در درون شیارها جلوگیری شود.

عایق آماده شده را در درون شیار قرار می‌دهیم تا از اندازه‌ی مناسب آن مطمئن شویم. در صورت مناسب نبودن عایق با تغییر در ابعاد آن اندازه‌ی مناسب را به‌دست می‌آوریم (شکل ۲۸ــ۲ــ الف و ب).

الف ــ جاگذاری کاغذ برشمان

ب ــ اندازه کردن ابعاد عایق با ابعاد شیار

شکل ۲۸ــ۲ــ تنظیم عایق برشمان در شیارهای استاتور

پس از تعیین اندازه‌ی مناسب عایق شیارها، ابعاد عایق‌های موردنظر را در ورقه‌ی بزرگ کاغذ برشمان خط‌کشی می‌کنیم و از طریق قیچی دستی یا دستگاه برش، کاغذهای برشمان را برش می‌دهیم (شکل ۲۹ــ۲) و پس از فرم دادن آن‌ها درون شیارها قرار می‌دهیم. برای جلوگیری از ایجاد فاصله بین عایق برشمان و سطح شیارها، پس از جا زدن عایق آن را توسط یک میله به سمت، سطح داخلی شیار هدایت می‌کنند.

شکل ۲۹ــ۲ــ کاتر یا دستگاه برش‌دهنده‌ی عایق‌های برشمان

در موتورهای دوطبقه مناسب است بین دو بازو در یک شیار، عایق گذاشته شود تا از ایجاد جرقه و ارتباط الکتریکی بین آن‌ها جلوگیری شود (شکل ۳۰ــ۲).

شکل ۳۰ــ۲ــ عایق‌گذاری بین طبقات

پیشانی کلاف‌های فازهای مختلف را نسبت به یکدیگر عایق‌بندی می‌کنند (شکل ۳۱ــ۲).

شکل ۳۱ــ۲ــ عایق‌کاری پیشانی کلاف‌ها

۱۱ــ۲ــ کار عملی (زمان: ۱۵ ساعت)

۱ــ۱۱ــ۲ــهدف: عایق‌کاری شیارها و پیشانی کلاف‌ها

۲ــ۱۱ــ۲ــ نکات ایمنی: لباس کار مناسب و کفش ایمنی و دستکش محافظ بپوشید. به هنگام کار با کاتر هر دو دسته را با دست‌ها بگیرید سپس برش را انجام دهید تا آسیبی به دست‌ها نرسد.

۳ــ۱۱ــ۲ــ وسایل و ابزار مورد نیاز

ــ خط‌کش
ــ قیچی دستی
ــ قیچی مخصوص برش کاغذ برشمان (کاتر)
ــ کاغذ برشمان ۰/۵ میلی‌متری یک برگ
ــ استاتور
ــ در صورت وجود، خم‌کن کاغذ برشمان
ــ استاتور ۲۴ شیار یا ۳۶ شیار

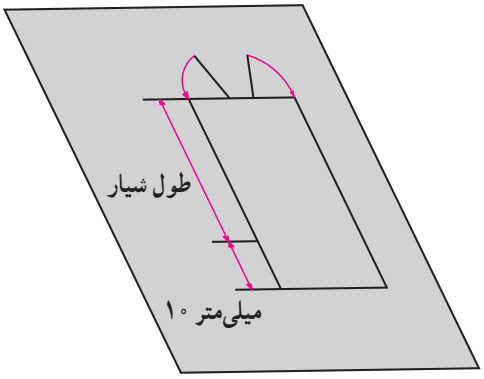
۴ــ۱۱ــ۲ــ مراحل کار

ــ سطح داخلی استاتور و شیارهای آن را کاملاً تمیز کنید.
ــ طول یک شیار را اندازه بگیرید (شکل ۳۲ــ۲).
ــ با یک سیم یا نخ اندازه‌ی محیط شیار را به‌دست آورید (شکل ۳۳ــ۲).

شکل ۳۲ــ۲ــ اندازه‌گیری طول شیار

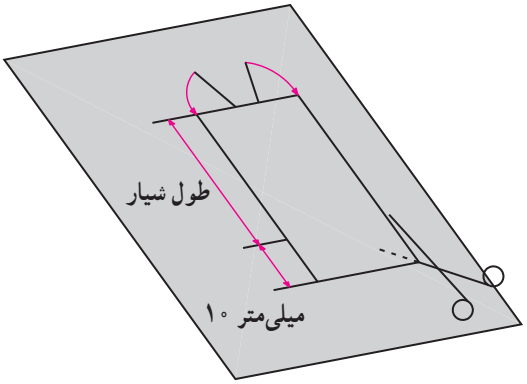
شکل ۳۳ــ۲ــ اندازه‌گیری محیط شیار

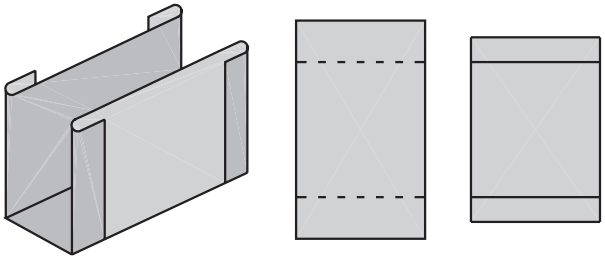
ــ طول و محیط اندازه‌گیری شده را در روی کاغذ برشمان پیاده کنید (شکل ۳۴ــ۲).



شکل ۳۴ــ۲ــ ابعاد عایق برشمان برای یک شیار

ــ اندازه‌ی به‌دست آمده را با قیچی ببرید و از هر طرف لبه‌های آن را به اندازه‌ی ۲ میلی‌متر تا کنید و حالت ناودانی به آن بدهید (شکل ۳۵ــ۲).



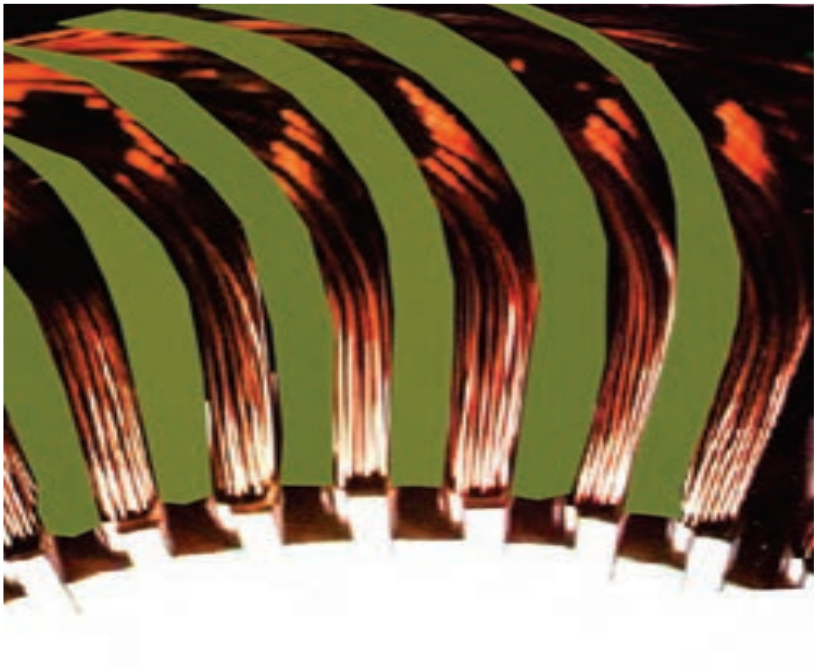


شکل ۳۵ــ۲ــ برش، تا کردن و فرم دادن عایق شیارها

ــ عایق ساخته شده را در داخل یک شیار قرار دهید. در صورت مناسب بودن اندازه‌ی آن، با قیچی مخصوص (کاتر) به تعداد شیارهای استاتور عایق برش دهید و آن‌ها را فرم داده و در داخل شیارهای استاتور قرار دهید (شکل ۳۶ــ۲).

شکل ۳۶ــ۲ــ آزمایش عایق در داخل شیار

برای عایق‌کاری پیشانی کلاف‌ها، عایق برشمان را بین کلاف‌ها قرار دهید. با توجه به وسعت و فرم پیشانی کلاف‌ها آن‌ها را برش دهید و مطابق شکل ۳۷ــ۲ بین پیشانی‌های دو کلاف مجاور قرار دهید.



شکل ۳۷ــ۲ــ عایق پیشانی کلاف‌ها

آزمون پایانی (۲ـ ج)

۱ــ برای عایق‌بندی شیارهای استاتور موتورهای الکتریکی که ولتاژ فازی آن‌ها ۲۵۰ ولت و ۶۰۰ ولت می‌باشد، ضخامت عایق‌ها چند میلی‌متر باید انتخاب شود؟

۲ــ به چه دلیل عایق شیارهای استاتور را در دو طرف به اندازه‌ی چند میلی‌متر تا می‌کنند؟

۳ــ استفاده از ورقه‌های رادیولوژی در عایق‌بندی شیارهای استاتور چه عواقب نامطلوبی خواهد داشت؟

۴ــ لزوم استفاده از عایق بین طبقات و پیشانی کلاف‌ها را توضیح دهید.

۵ــ مراحل اندازه‌گیری و ساخت یک عایق مناسب برای شیارهای یک استاتور را شرح دهید.

۶ــ عواقب نامطلوب عدم رعایت اصول عایق‌بندی را بیان کنید.

۷ــ اگر دو بازو از یک فاز در داخل یک شیار استاتور در سیم‌بندی دو طبقه قرار گیرد لازم است بین طبقات ..... قرار داد.

۸ــ با افزایش ولتاژ تغذیه سیم‌پیچ‌های یک موتور ضخامت عایق‌های موردنیاز چگونه تغییر می‌کند؟

الف) کاهش می‌یابد.

ب) افزایش می‌یابد

ج) تغییر نمی‌کند.

د) بستگی به قدرت موتور دارد و ممکن است کاهش یا افزایش یابد.