

## واحد کار دوم

الف- توانایی الگوبرداری از سیم پیچی استاتور  
الکتروموتورهای سه فاز یک سرعته‌ی یک طبقه  
ب- توانایی خارج کردن سیم‌های سوخته از داخل  
استاتور

ج- 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 :

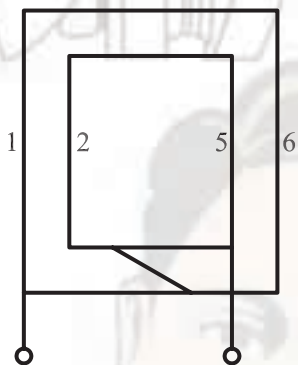
- ۱- پلاک موتور را بخواند.
- ۲- شناسنامه‌ای برای موتور تهیه کند.
- ۳- شناسنامه‌ی موتور را با مشخصات موجود در پلاک موتور کامل کند.
- ۴- نوع سیم‌بندی موتور را از نظر کلاف مساوی و متحدالمرکز از سیم‌بندی موجود موتور تعیین کند.
- ۵- سیم‌بندی یک طبقه و چند طبقه‌ی موتور را معلوم کند.
- ۶- تعداد دور هر کلاف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

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

ساعات آموزش		
جمع	عملی	نظری
۵۶	۴۹	۷

## پیش آزمون (۲)

- ۱- سیم پیچی الکتروموتورهای سه فاز بیشتر از کدام نوع است؟  
 الف) کلاف مساوی  
 ب) کلاف متحدالمركز  
 ج) کلاف مساوی و کلاف متحدالمركز  
 د) سیم پیچی موجی یا کلاف مساوی
- ۲- گام سیم پیچی را گام..... نیز می گویند.  
 الف) قطبی  
 ب) فازی  
 ج) کلاف  
 د) عقب
- ۳- در مورد سیم بندی شکل زیر می توان گفت که گام قطبی..... است.  
 الف) برابر یا کوچک تر از ۶  
 ب) برابر یا بزرگ تر از ۴  
 ج) برابر یا بزرگ تر از ۶  
 د) برابر یا کوچک تر از ۵



- ۴- بیشتر موتورهای یک فاز به صورت..... پیچیده می شوند.  
 الف) کلاف مساوی  
 ب) کلاف متحدالمركز  
 ج) کلاف مساوی و کلاف متحدالمركز  
 د) سیم پیچی حلقوی یا موجی
- ۵- از کدام مشخصه ی موتور می توان به گام سیم بندی رسید؟  
 الف) دور موتور  
 ب) ضریب توان موتور  
 ج) تعداد شیارهای موتور  
 د) تعداد دور و تعداد شیارها
- ۶- در سیم بندی یک طبقه با گام کامل گام..... با گام کلاف برابر است.  
 الف) قطبی  
 ب) فازی  
 ج) قطبی یا فازی  
 د) عقب
- ۷- برای درآوردن سیم های سوخته از درون استاتور کدام روش مناسب نمی باشد؟  
 الف) قرار دادن سیم ها در داخل حلال لاک  
 ب) سوزاندن سیم ها با شعله ی مستقیم  
 ج) قرار دادن سیم ها در کوره، با دمای مناسب، به مدت چند ساعت  
 د) بریدن سیم ها و درآوردن آن ها

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

الف) ۵۰ (ب) ۱۰۰ (ج) ۱۵۰ (د) ۲۰۰

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

الف) اشعه‌ی مادون قرمز (ب) اشعه‌ی فوق بنفش

ج) امواج رادیویی (د) امواج رادیویی یا اشعه‌ی ماورای بنفش

۱۰- روغن حلال لاک چه نام دارد؟

الف) بنزین (ب) تینر (ج) تری کلرور اتیلن (د) پلی استر

۱۱- 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.

۱۲- کدام نوع عایق در عایق کاری شیارها به کار می‌رود؟

الف) کاغذ پریشان (برشمان) (ب) پلاستیک

ج) مقوای معمولی (د) مخلوطی از کاغذ و پلاستیک

۱۳- استفاده از کدام نوع عایق در عایق کاری شیارهای استاتور مجاز نمی‌باشد؟

الف) کاغذ برشمان (ب) ورق‌های رادیولوژی

ج) مواد پلی استر (د) پلاستیک یا ورق‌های رادیولوژی

۱۴- در کدام موارد می‌توان از گذاشتن عایق بین دو بازو در یک شیار صرف نظر 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.

۱۵- انتخاب ضخامت عایق‌ها در عایق بندی الکتروموتورها بر چه اساسی است؟

الف) قدرت موتورها (ب) ولتاژ تغذیه‌ی موتور

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

۱۶- ضخامت عایق مورد نیاز برای عایق کاری الکتروموتوری که با ولتاژ ۲۲۰ ولت کار می‌کند چند میلی متر

است؟

الف) ۰/۲ (ب) ۰/۳ (ج) ۰/۵ (د) ۰/۶

## الف - توانایی الگوبرداری از سیم پیچی استاتور الکتروموتورهای سه فاز یک سرعتی یک طبقه

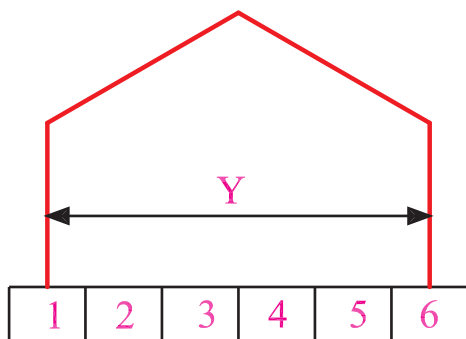
### ۲-۱- مقدمه

در تجدید سیم پیچی الکتروموتورها لازم است مشخصات سیم پیچی را از پلاک موتور و سیم پیچی آسیب دیده (سیم پیچ های سوخته) تعیین کرد. برای این منظور دانستن اصطلاحات عمومی و اولیه ی سیم پیچی الکتروموتورها ضروری است، لذا در این جا بعضی از این اصطلاحات را به طور مختصر بررسی می کنیم و شرح کامل آن ها را در محاسبات الکتروموتورها دنبال خواهیم کرد.

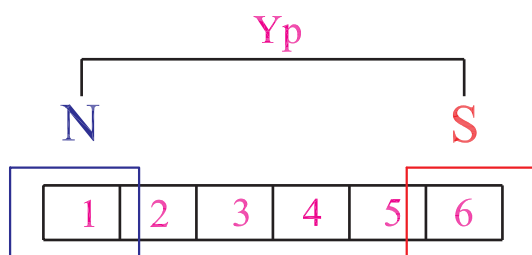
### ۲-۲- تعاریف

۲-۲-۱- سیم پیچی یک طبقه: اگر در هر شیار استاتور یک بازوی کلاف قرار بگیرد سیم پیچی موتور را یک طبقه می گویند.

۲-۲-۲- گام کلاف: تعداد شیارهای موجود بین دو بازوی یک کلاف را گام سیم پیچی یا گام کلاف می گویند (شکل ۲-۱ الف).



الف - گام کلاف

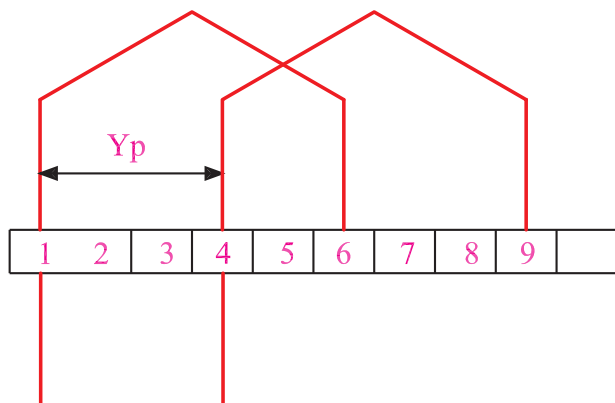


ب - گام قطبی

۲-۲-۳- گام قطبی: تعداد شیارهای موجود بین دو قطب متوالی را گام قطبی می گویند که مقدار آن از تقسیم تعداد شیارها به تعداد قطب ها به دست می آید و آن را با  $Y_p$  نشان می دهند (شکل ۲-۱ ب).

$$\text{گام قطبی} = \frac{\text{تعداد شیارها}}{\text{تعداد قطبها}} = Y_p \cdot \frac{Z}{2P}$$

۲-۲-۴- گام فازی: تعداد شیارهای موجود بین شروع دو فاز را گام فازی می گویند و آن را با  $Y_{ph}$  نشان می دهند. مقدار آن در موتور سه فاز دو سوم گام قطبی و در موتور تک فاز نصف گام قطبی می باشد (شکل ۲-۱ ج).



ج - گام فازی

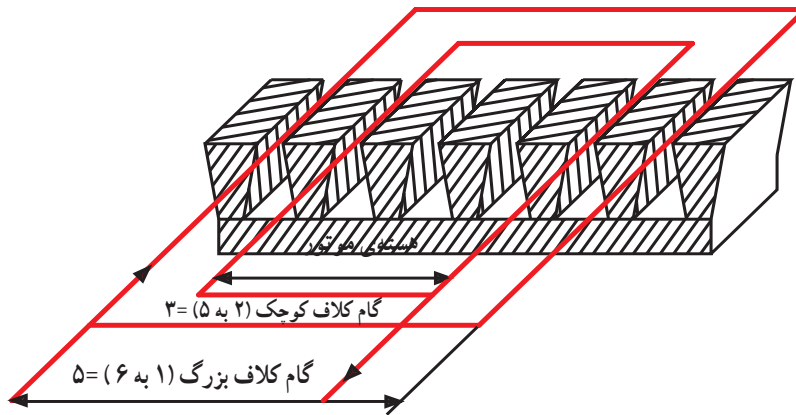
شکل ۲-۱



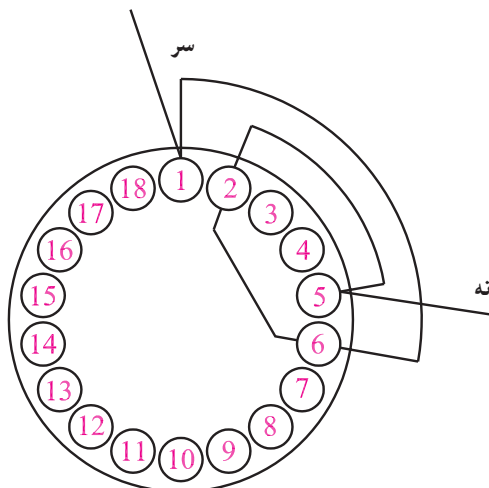
### ۲-۳- انواع سیم پیچی الکتروموتورها و روش های ترسیم دیاگرام آنها

کلاف های سیم پیچی الکتروموتورها به دو صورت کلاف مساوی و کلاف متحدالمرکز پیچیده می شود.

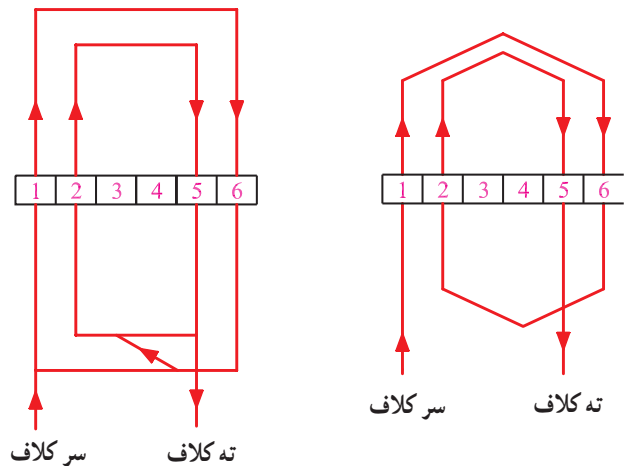
۲-۳-۱- سیم پیچی کلاف متحدالمرکز: در این نوع سیم پیچی، گام کلافها متفاوت است ولی مرکز کلاف های مربوط به یک گروه در یک نقطه است. دیاگرام سیم پیچی ها، به صورت گسترده و مدور ترسیم می شود (شکل ۲-۲- الف، ب و ج).



الف - شمای سیم پیچ متحدالمرکز در داخل شیارهای استاتور



ج - دیاگرام مدور کلاف متحدالمرکز

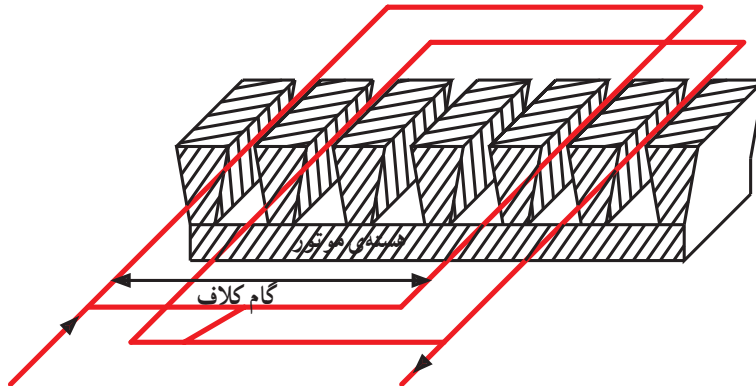


ب - دیاگرام گسترده ی کلاف متحدالمرکز

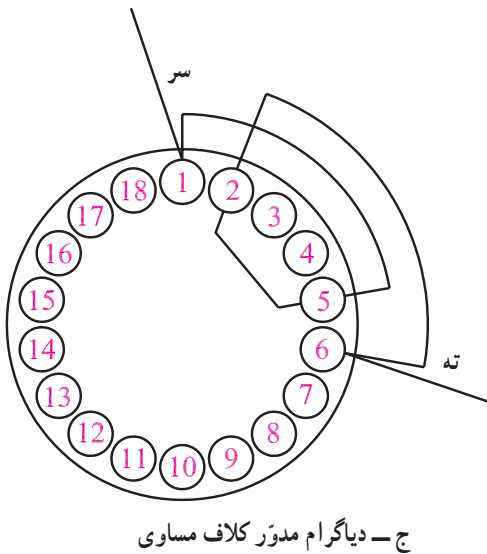
شکل ۲-۲- کلاف ها و دیاگرام سیم پیچی متحدالمرکز

## ۲-۳-۲- سیم پیچی کلاف مساوی: در این نوع

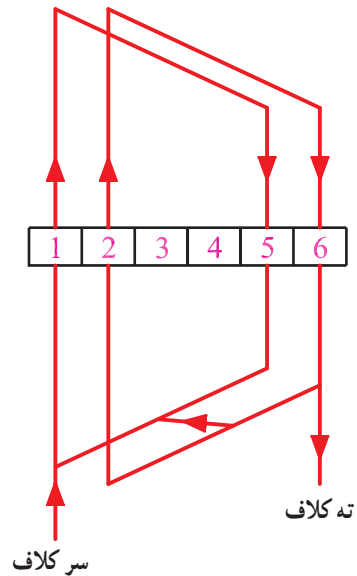
سیم بندی گام کلافها برابر هستند و تعداد دور کلافها در سراسر سیم پیچی الکتروموتور مساوی می باشد. در بیشتر موتورهای صنعتی از سیم پیچی کلاف مساوی استفاده می شود. در نمایش این سیم پیچها از دیاگرام گسترده و مدور استفاده می شود (شکل ۲-۳).



الف - شمای کلی سیم پیچ گام مساوی در داخل شیارهای استاتور



ج - دیاگرام مدور کلاف مساوی



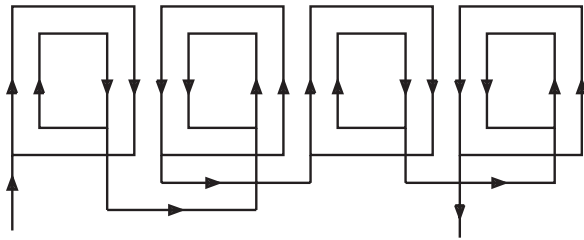
ب - دیاگرام گسترده کلاف مساوی

شکل ۲-۳- سیم پیچی کلاف مساوی

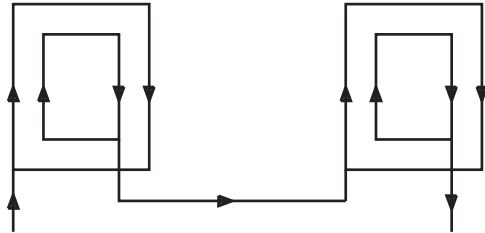
#### ۲-۴- سربندی کلاف‌ها

اتصال کلاف‌های یک فاز را به هم دیگر 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 هم دیگر فاصله‌ای نداشته باشند، اما اتصال نزدیک زمانی انجام می‌شود که کلاف‌های مربوط به یک فاز، یک گام قطبی از هم دیگر فاصله داشته باشند.

در شکل ۲-۴ اتصال دور و نزدیک برای سیم‌پیچی کلاف متحدالمرکز مشاهده می‌شود.

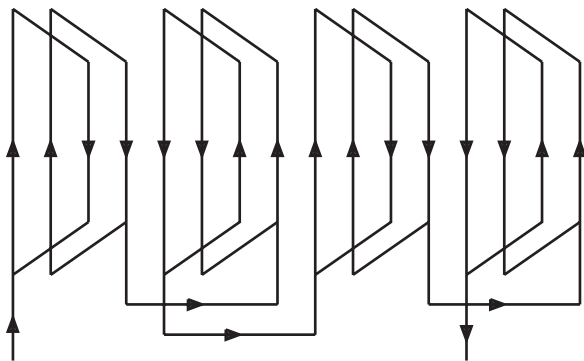


الف - اتصال دور

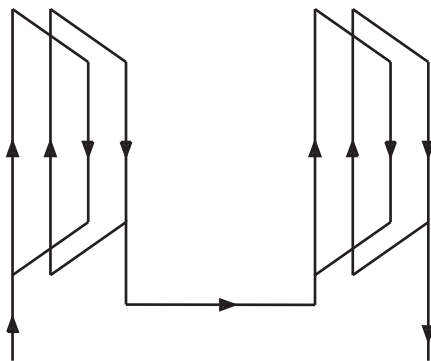


ب - اتصال نزدیک

شکل ۲-۴- اتصال دور و نزدیک سیم‌پیچی متحدالمرکز



الف - اتصال دور



ب - اتصال نزدیک

شکل ۲-۵- اتصال دور و نزدیک سیم‌پیچی کلاف مساوی

در شکل ۲-۵ اتصال دور و نزدیک برای سیم‌پیچی کلاف

مساوی مشاهده می‌شود.

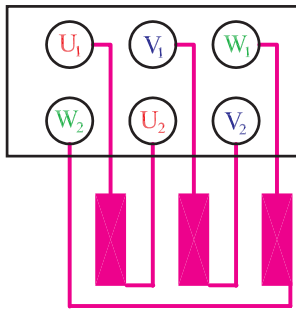


## ۵-۲- تخته کلم یا جعبه‌ی اتصالات الکتروموتورها

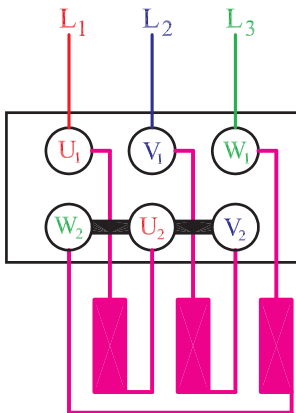
در سیم‌پیچی‌های معمولی، پس از سربندی کلاف‌ها، از هر فاز دو سر سیم را به بیرون موتور هدایت می‌کنند تا جهت تغذیه به شبکه‌ی برق اتصال داده شود. بنابراین ۶ ترمینال در جعبه‌ی اتصال برای ارتباط سیم‌پیچ‌ها به شبکه‌ی برق لازم است (شکل ۲-۶). اتصال سیم‌پیچ‌ها به دو طریق ستاره یا مثلث انجام می‌شود (شکل‌های ۲-۷ و ۲-۸). اتصال ستاره یا مثلث به طراحی سیم‌پیچ‌ها و ولتاژ خطی شبکه‌ی تغذیه بستگی دارد.

پیش از این، بنا بر 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 در حال 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.

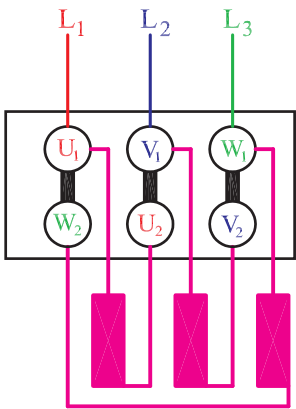
هم چنین مثلاً با توجه به استاندارد VDE فازهای شبکه را با S و T و R مشخص می‌کردند ولی براساس استانداردهای IEC فازها با  $L_1$  و  $L_2$  و  $L_3$  نشان داده می‌شوند.



شکل ۲-۶- تخته کلم و نحوه‌ی اتصال سر سیم‌پیچ‌ها به ترمینال‌ها



شکل ۲-۷- اتصال ستاره



شکل ۲-۸- اتصال مثلث

(زمان: ۲۲ ساعت)

## ۶-۲- کار عملی

۱-۶-۲- هدف: الگوبرداری از سیم‌پیچی استاتور

الکتروموتور سه فاز

۲-۶-۲- نکات ایمنی: لباس کار، کفش ایمنی و

دستکش بیوشید، محیط کار را خلوت کنید و ابزار مزاحم را از محیط کار دور کنید.

## ۳-۶-۲- وسایل و ابزار مورد نیاز

- استاتور الکتروموتور سه فاز یک‌سرعت، یک عدد

- سیم‌چین

- انبردست

- اره آهن‌بر

- دم‌باریک

- کاغذ  $A_4$  میلی‌متری و ساده از هر کدام یک برگ

- مداد رنگی (آبی، قرمز، سبز)

- مدادتراش

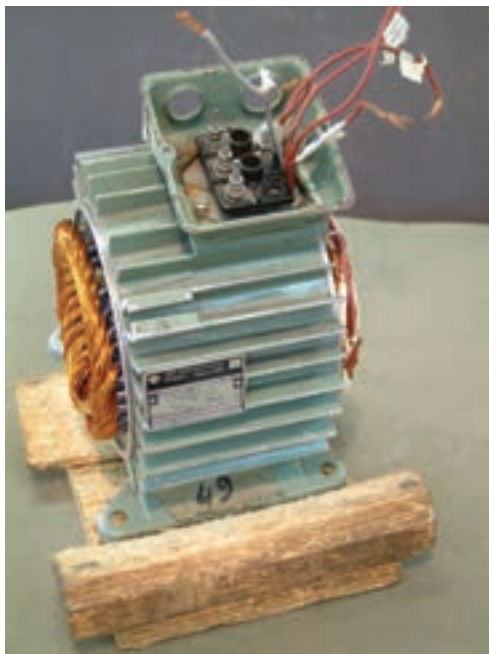
- جوهر پاک‌کن



شکل ۲-۹- جمع‌آوری قطعات جدا شده



شکل ۱۰-۲- استاتور نگهدار



شکل ۱۱-۲- استقرار استاتور روی استاتور نگهدار



شکل ۱۲-۲- پلاک استاتور

- میکرومتر
- خط کش
- شابلن دایره
- پرگار
- استاتور نگهدار (شکل ۱۰-۲)
- ۴-۶-۲- مراحل کار
- یک الکتروموتور سه فاز یک سرعته در اختیار بگیرید.
- با الیاف نخی یا پارچه بدنه ی موتور را کاملاً پاک کنید.
- قطعات موتور را جدا کنید.
- یک استاتور نگهدار تهیه کنید.

- استاتور را روی استاتور نگهدار قرار دهید (شکل ۱۱-۲).

- پلاک موتور را در اختیار بگیرید (شکل ۱۲-۲).

جدول ۲-۱

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

شناسنامه‌ای برای موتور مطابق جدول ۲-۱ تهیه کنید و قسمت فوقانی جدول را براساس پلاک موتور کامل کنید.

جدول ۲-۲

MASHINE SAZI TABRIZ	
3 ~ MOT.	TYPE 100 / 28-2
Y/Δ	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	

فرض می‌کنیم پلاک موتور به صورت جدول ۲-۲ باشد.

جدول ۲-۳ - جدول تکمیل شده پلاک جدول ۲-۲

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. (تعدادشمار)	کارخانه‌ی سازنده =MASHINE SAZI TABRIZ	

در این حالت قسمت فوقانی شناسنامه‌ی موتور مطابق

جدول ۲-۳ خواهد شد.



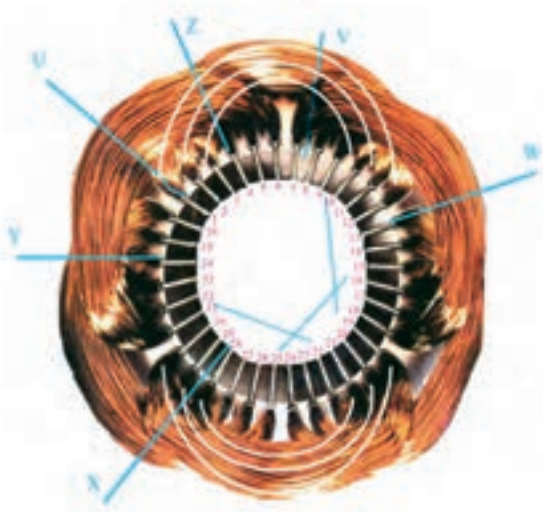
– نخ‌بندی موتور را با سیم‌چین ببرید و نخ‌ها را خارج کنید و کلاف‌های موتور را آزاد کنید (شکل ۲-۱۳).

شکل ۲-۱۳ - چیدن نخ‌های کلاف‌بندی با سیم‌چین

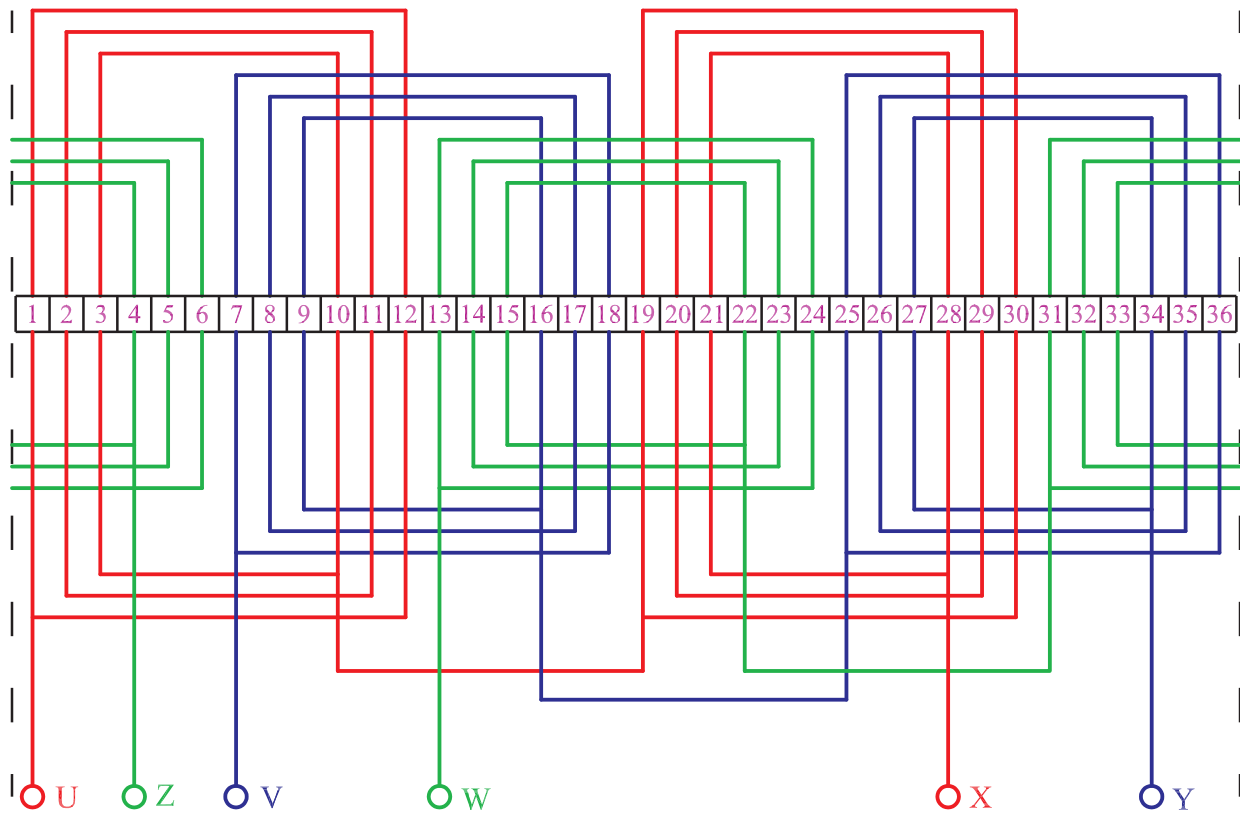
– تعداد پیچک‌ها را در هر گروه کلاف، نوع سیم‌پیچی، تعداد شیارها، تعداد طبقات، شروع فازها و گام کلاف‌ها را از سیم‌پیچ الکتروموتور تعیین کنید.

در شکل ۲-۱۴ مشخصات سیم‌پیچ عبارت است از:  
سه پیچک در هر گروه کلاف – نوع سیم‌پیچی سه فاز متحد‌المركز – ۳۶ شیار – یک طبقه – فاز اول از شیار ۱، فاز دوم از شیار ۷ و فاز سوم از شیار ۱۳ شروع می‌شوند – گام پیچک‌ها ۱-۱۲، ۱۱-۲ و ۱۰-۳ می‌باشد.

– دیاگرام سیم‌بندی را رسم کنید.  
با توجه به شکل ۲-۱۴ دیاگرام سیم‌بندی گسترده‌ی سیم‌پیچی مطابق شکل ۲-۱۵ ترسیم می‌شود.



شکل ۲-۱۴ – مشخصات سیم‌پیچ



شکل ۲-۱۵ – دیاگرام گسترده‌ی سیم‌پیچی



– با کمان اره یا قیچی آهن بر پیچک‌های یکی از کلاف‌ها را ببرید (شکل ۱۶-۲) 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 ۱۶-۲- برش پیچک‌ها و شمارش تعداد دور

## آزمون پایانی (۲- الف)

- ۱- چگونه می توان طبقات سیم بندی یک موتور را تشخیص داد؟
- ۲- گام کلاف و گام قطبی را شرح دهید و بیان کنید در چه موقعی مقادیر آنها با هم برابرند.
- ۳- گام قطبی یک الکتروموتور سه فاز ۲۴ شیار چهار قطب را به دست آورید.
- ۴- سیم پیچی متحدالمرکز و کلاف مساوی را شرح دهید.
- ۵- گام فازی را شرح دهید.
- ۶- دیاگرام مدور شکل ۱۵-۲ را رسم کنید.
- ۷- اتصال دور و نزدیک سر بندی گروه کلاف ها را شرح دهید.
- ۸- از استاتور نگهدار در کارگاه سیم پیچی به چه منظور استفاده می شود؟
- ۹- مراحل الگوبرداری از سیم پیچی یک موتور را به ترتیب نام ببرید.
- ۱۰- چه اطلاعاتی از الگوبرداری سیم پیچ ها لازم است؟
- ۱۱- رابطه ی صحیح بین گام قطبی و گام فازی کدام است؟

$$\text{الف) } y_p \cdot \frac{1}{3} y_z \quad \text{ب) } y_z \cdot \frac{2}{3} y_p$$

$$\text{ج) } y_z \cdot y_p \quad \text{د) } y_p \cdot \frac{2}{3} y_z$$

- ۱۲- در سیم بندی به ازای قطب اتصال گروه کلاف های هر فاز..... می باشد و در سیم بندی به ازای جفت قطب اتصال گروه کلاف..... می باشد.

- الف) دور - نزدیک  
ب) دور - دور  
ج) نزدیک - دور  
د) نزدیک - نزدیک

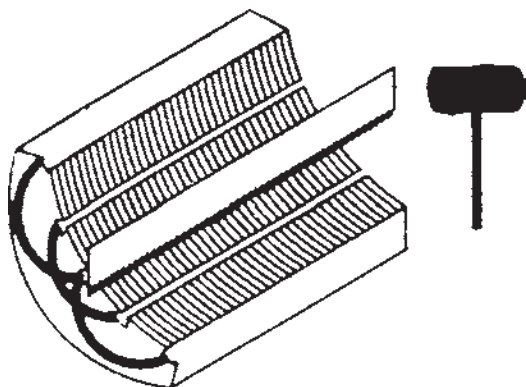


## ب- توانایی خارج کردن سیم‌های سوخته از داخل استاتور

### ۲-۷- 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 این کار استفاده از مواد حل‌کننده‌ی لاک، بریدن سیم‌ها با اره یا 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 اره استفاده می‌کنند، بدین طریق که دندان‌های تیغ اره را در جهت خروج گوه‌ها قرار داده و با ضربات چکش گوه‌ها را درمی‌آورند (شکل ۲-۱۷).



شکل ۲-۱۷- درآوردن گوه‌ها از داخل شیارها



شکل ۲-۱۸- سوزاندن مستقیم سیم‌ها با شعله

مناسب‌ترین روش نرم کردن لاک‌ها و سیم‌ها، قرار دادن استاتور در داخل کوره‌ی حرارتی (فر) می‌باشد. در این روش دمای کوره را روی  $200^{\circ}\text{C}$  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.

در روش سوزاندن مستقیم سیم‌ها با شعله، سیم‌ها را در برابر شعله‌ی مشعل قرار می‌دهند و آن‌ها را می‌سوزانند (شکل ۲-۱۸). در این روش لازم است شعله به‌طور یکنواخت در سراسر استاتور چرخانده شود تا دمای سراسر استاتور، یکسان افزایش یابد و گرانه 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.

در روش بریدن سیم‌ها، ابتدا با قلم یا اره، پیشانی کلاف‌ها را در یک طرف استاتور می‌برند (شکل ۲-۱۹). 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.



شکل ۲-۱۹- چند نمونه قلم برای بریدن سیم‌ها

در روش نرم کردن سیم‌ها از طریق حلال لاک، ابتدا استاتور را در داخل روغن تری کلرواتیلن ( $C_2HCl_3$ ) قرار می‌دهند و به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه استاتور را در داخل تری کلرواتیلن نگه می‌دارند تا لاک‌ها حل شوند و سیم‌ها نرم شده و به راحتی از داخل شیارها خارج شوند.

## ۲-۸- کار عملی (زمان: ۱۲ ساعت)

۲-۸-۱- هدف: تخلیه‌ی سیم‌های سوخته‌ی استاتور  
 ۲-۸-۲- نکات ایمنی: لباس کار مناسب، کفش ایمنی و دستکش محافظ بپوشید و به عینک و ماسک محافظ مجهز شوید.

### ۲-۸-۳- وسایل و ابزار مورد نیاز

- گیره‌ی موازی رومیزی
- اره‌ی آهن‌بری یا قلم (یک عدد)
- انبردست
- دم‌باریک
- چراغ کوره‌ای یا سربیک‌گازی
- استاتور
- میز کار
- سنبه‌ی پین یا میله‌ی دم‌پهن
- ترانسفورماتور
- ماده‌ی نرم‌کننده‌ی شارلاک
- چکش فلزی
- جارو
- خاک‌انداز
- کیسه‌ی زباله

### ۲-۸-۴- مراحل کار

- استاتور را در اختیار بگیرید.
- استاتور را روی میز کار با گره محکم کنید.
- یک قلم را مطابق شکل ۲-۲۰- الف روی سیم‌های استاتور قرار دهید.



الف- قرار دادن قلم روی سیم‌ها

شکل ۲-۲۰



ب - ضربه زدن به قلم  
شکل ۲-۲۰ - بریدن سیم‌ها به وسیله قلم

طبق شکل ۲-۲۰ - ب با چکش به قلم ضربه بزنید و سیم‌های یک طرف کلاف‌های استاتور را ببرید.



شکل ۲-۲۱ - برش سیم‌ها در یک طرف استاتور

- سیم‌ها را در یک طرف استاتور تا هسته برش دهید (شکل ۲-۲۱).



شکل ۲-۲۲ - بیرون آوردن گوه یا کاغذ برشمان از داخل شیارها

- با چکش و اره، گوه‌ها یا کاغذهای برشمان را از داخل شیارها بیرون کنید. دقت کنید که اره به بدنه‌ی استاتور برخورد نکند (شکل ۲-۲۲).



شکل ۲-۲۳ - هدایت سیم‌ها به طرف دوم استاتور

- با میله و چکش سیم‌های بریده شده را به طرف دوم استاتور هدایت کنید (شکل ۲-۲۳).



شکل ۲۴-۲- سیم‌های بیرون آمده از استاتور

– سیم‌های هدایت شده به طرف دوم استاتور را با انبردست از داخل استاتور بیرون آورید و در ظرف مخصوص انبار کنید (شکل ۲۴-۲).



الف – پاک‌سازی خرده سیم‌ها به وسیله‌ی هوای فشرده

– پس از خارج کردن سیم‌ها، با هوای فشرده، سطح داخلی شیارها را از خرده سیم‌ها و براده‌های کاغذ برشمان یا گوه پاک کنید (شکل ۲۵-۲- الف و ب).



ب – تمیز کردن استاتور با برس سیمی

شکل ۲۵-۲- پاک‌سازی سطح شیارها

## آزمون پایانی (۲- ب)

- ۱- روش های درآوردن سیم های سوخته ی یک استاتور را نام ببرید.
- ۲- مناسب ترین روش درآوردن سیم های یک استاتور را بیان کنید و مراحل کاری آن را به طور کامل شرح دهید.
- ۳- به چه دلیل استفاده ی مستقیم از شعله ی مشعل در خارج کردن سیم های استاتور توصیه نمی شود؟
- ۴- احتیاط هایی را که لازم است در خارج کردن سیم های استاتور در روش بریدن سیم ها رعایت کرد، بیان کنید.
- ۵- حلال لاک را نام ببرید و طرز استفاده از آن را در بیرون آوردن سیم های استاتور شرح دهید.
- ۶- طریقه ی تمیز کردن پوسته ی استاتور را پس از خالی کردن سیم ها شرح دهید.
- ۷- استفاده ی مستقیم از شعله ی آتش در خارج کردن سیم های سوخته ممکن است مشخصات.....  
موتور را تغییر دهد و موجب شود..... موتور تاب بردارد.
- ۸- نکات ایمنی که در خارج کردن سیم های سوخته از داخل استاتور لازم است رعایت نمود را بیان کنید.



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

### ۹-۲ – 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 به کار 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 موتور پیچ‌ها به کاغذهای برشمان نیز معروف‌اند. کاغذهای برشمان در ضخامت‌های مختلف برای ولتاژهای مختلف ساخته می‌شوند و هر قدر ولتاژ تغذیه‌ی موتور زیادتر شود ضخامت عایق به کار رفته بیش‌تر می‌شود. در جدول ۴-۲ ضخامت‌های موردنیاز در ولتاژهای متفاوت نشان داده شده است.

جدول ۴-۲ – 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

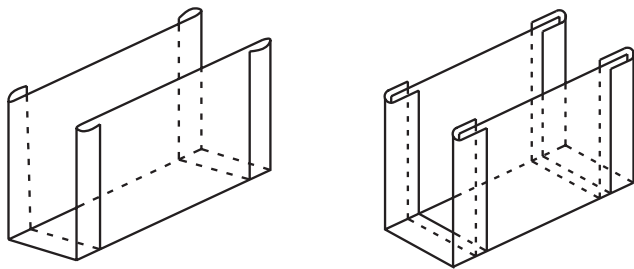


## ۱۰-۲- عایق بندی شیارها

پس از تمیز کردن سطح داخلی استاتور، شیارهای استاتور را با کاغذهای برشمان عایق بندی می کنند. در عایق بندی شیارها، اگر شیارها مشابه باشند ابتدا محیط داخلی و طول شیار را اندازه گیری می کنیم (شکل ۲۶-۲).



شکل ۲۶-۲- اندازه گیری محیط داخلی و طول شیار



الف - کاغذ عایق پس از تا شدن

با توجه به جدول ۴-۲ و ولتاژ فازی موتور قطر مناسب کاغذ برشمان را تعیین می کنیم. عرض کاغذ را به اندازه ی محیط داخلی شیار و طول آن را ۶ الی ۱۰ میلی متر بیش تر از اندازه ی طول شیار می بریم. کاغذ بریده شده را از دو طرف به اندازه ی ۲ میلی متر تا می کنیم (شکل ۲۷-۲- الف و ب).



ب- تا کردن و فرم دادن عایق برشمان  
شکل ۲۷-۲



الف - جاگذاری کاغذ برشمان

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 این که 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 به دست می‌آوریم (شکل ۲۸-۲-الف و ب).



ب - اندازه کردن ابعاد عایق با ابعاد شیار  
شکل ۲۸-۲ - 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 ۲۹-۲) و پس از فرم دادن آن‌ها درون شیارها قرار می‌دهیم. برای جلوگیری از ایجاد فاصله بین عایق برشمان و سطح شیارها، پس از جازدن عایق آن را توسط یک میله به سمت، سطح داخلی شیار هدایت می‌کنند.



شکل ۲۹-۲ - کاتر یا دستگاه برش‌دهنده‌ی عایق‌های برشمان



شکل ۲-۳۰- عایق گذاری بین طبقات

در موتورهای دو طبقه مناسب است بین دو بازو در یک شیار، عایق گذاشته شود تا از ایجاد جرقه و ارتباط الکتریکی بین آن‌ها جلوگیری شود (شکل ۲-۳۰).



شکل ۲-۳۱- عایق کاری پیشانی کلاف‌ها

پیشانی کلاف‌های فازهای مختلف را نسبت به یکدیگر عایق بندی می‌کنند (شکل ۲-۳۱).

### ۲-۱۱- کار عملی

(زمان: ۱۵ ساعت)

۲-۱۱-۱- هدف: عایق کاری شیارها و پیشانی کلاف‌ها

۲-۱۱-۲- 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.

۲-۱۱-۳- وسایل و ابزار مورد نیاز

- خط کش

- قیچی دستی

- قیچی مخصوص برش کاغذ برشمان (کاتر)

- کاغذ برشمان ۵/۰ میلی متری یک برگ

- استاتور

- در صورت وجود، خم کن کاغذ برشمان

- استاتور ۲۴ شیار یا ۳۶ شیار

۲-۱۱-۴- مراحل کار

- سطح داخلی استاتور و شیارهای آن را کاملاً تمیز کنید.

- طول یک شیار را اندازه بگیرید (شکل ۲-۳۲).

- با یک سیم یا نخ اندازه‌ی محیط شیار را به دست آورید

(شکل ۲-۳۳).

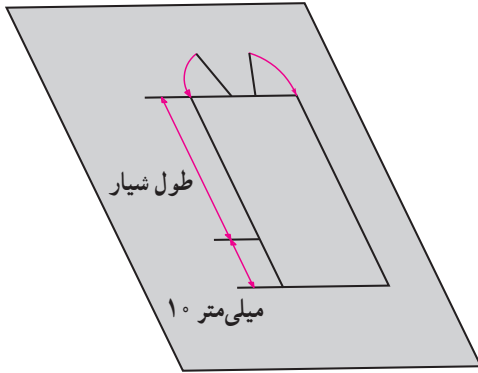


شکل ۲-۳۲- اندازه گیری طول شیار



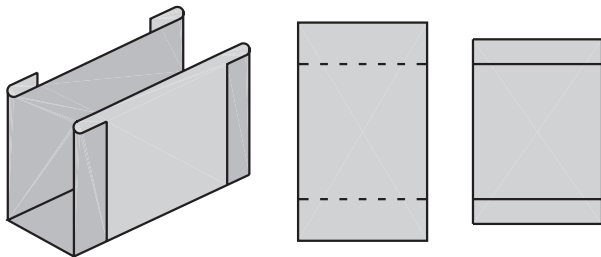
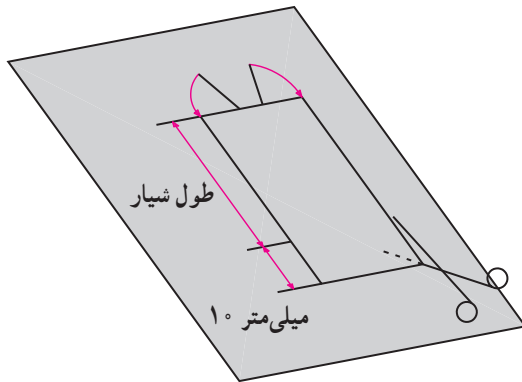
شکل ۲-۳۳- اندازه گیری محیط شیار

– طول و محیط اندازه‌گیری شده را در روی کاغذ برشمان پیاده کنید (شکل ۲-۳۴).



شکل ۲-۳۴ – ابعاد عایق برشمان برای یک شیار

– اندازه‌ی به دست 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 ۲-۳۵).



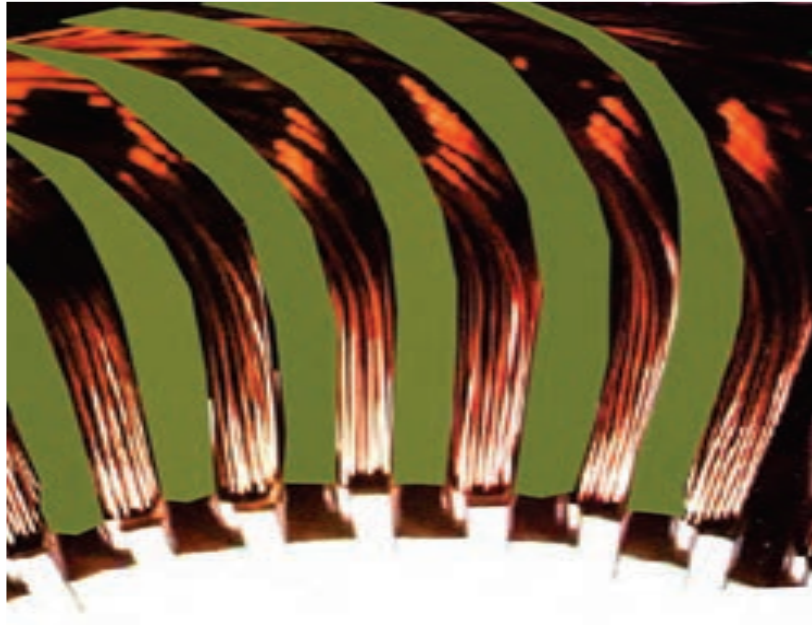
شکل ۲-۳۵ – برش، تا کردن و فرم دادن عایق شیارها

– 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 ۲-۳۶).



شکل ۲-۳۶ – 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 ۲-۳۷ بین پیشانی‌های دو کلاف مجاور قرار دهید.



شکل ۲-۳۷- عایق پیشانی کلاف‌ها



## آزمون پایانی (۲-ج)

- ۱- برای عایق‌بندی شیارهای استاتور موتورهای الکتریکی که ولتاژ فازی آن‌ها ۲۵۰ ولت و ۶۰۰ ولت می‌باشد، ضخامت عایق‌ها چند میلی‌متر باید انتخاب شود؟
- ۲- به چه دلیل عایق شیارهای استاتور را در دو طرف به اندازه‌ی چند میلی‌متر تا می‌کنند؟
- ۳- استفاده از ورقه‌های رادیولوژی در عایق‌بندی شیارهای استاتور چه عواقب نامطلوبی خواهد داشت؟
- ۴- لزوم استفاده از عایق بین طبقات و پیشانی کلاف‌ها را توضیح دهید.
- ۵- مراحل اندازه‌گیری و ساخت یک عایق مناسب برای شیارهای یک استاتور را شرح دهید.
- ۶- عواقب نامطلوب عدم رعایت اصول عایق‌بندی را بیان کنید.
- ۷- اگر دو بازو از یک فاز در داخل یک شیار استاتور در سیم‌بندی دو طبقه قرار گیرد لازم است بین طبقات ..... قرار داد.
- ۸- با افزایش ولتاژ تغذیه سیم‌پیچ‌های یک موتور ضخامت عایق‌های مورد نیاز 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.