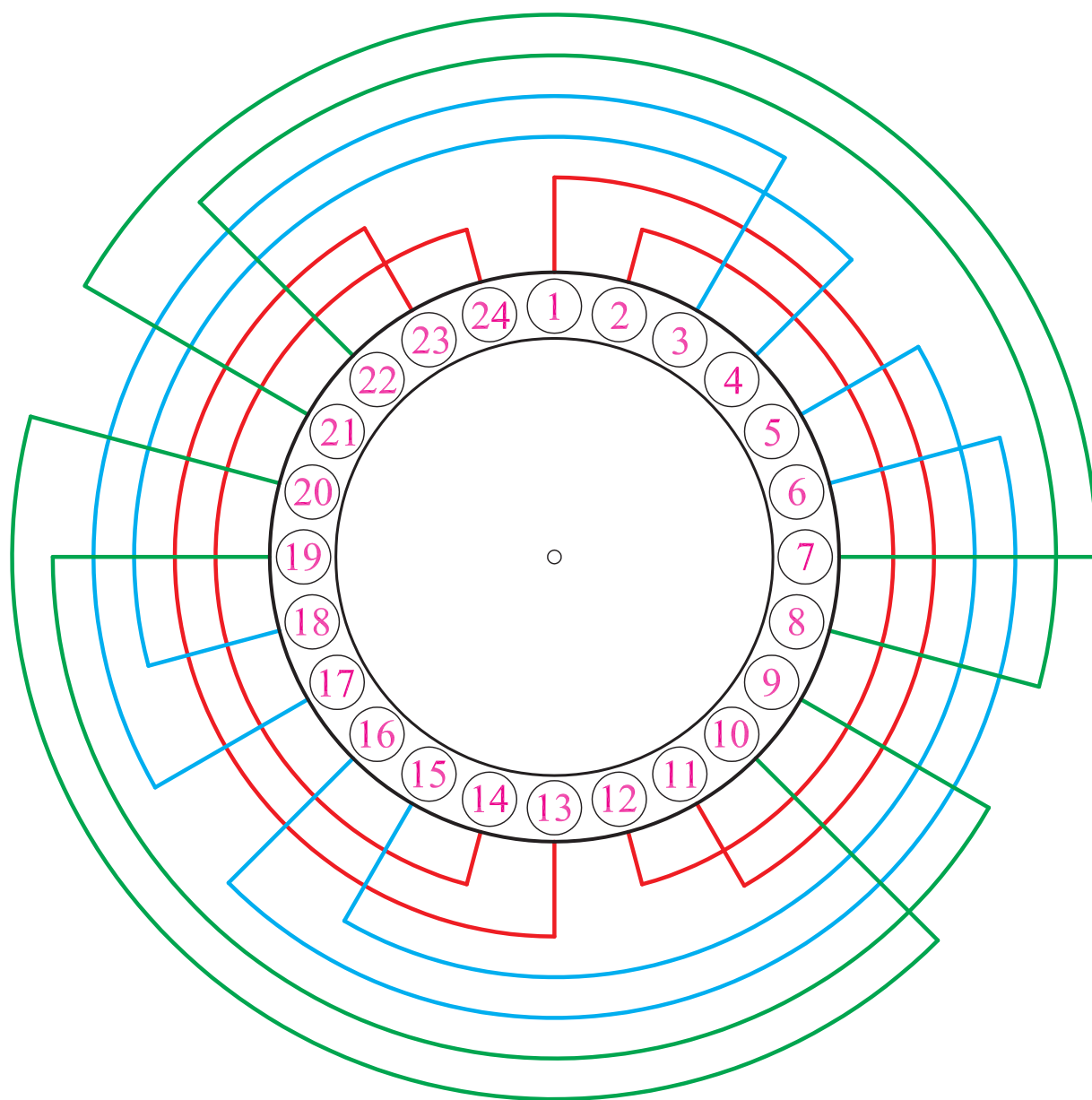


۸- بازوهای ۲ و ۱ گروه کلاف شماره ۱ و بازوهای ۵ و ۶ گروه کلاف شماره ۲ را به جای خود برگردانید. به این ترتیب سیم‌بندی کامل می‌شود (شکل ۶۹-۲).



شکل ۶۹-۲- برگردانیدن بازوهای گروه کلاف‌های شماره ۱ و ۲ به جای اولیه و تکمیل کلاف‌گذاری در داخل شیارهای موتور ۲۴ شیار ۲ قطب با سیم‌بندی به‌ازای قطب



آزمون پایانی (۲)

- ۱- به چه دلیل، قبل از جاگذاری کلاف در داخل شیار لازم است کلاف‌ها را مرتب و صاف کرد؟
- ۲- اقدامات لازم برای جلوگیری از ساییده شدن سیم‌ها به بدنه استاتور و اتصال آن‌ها به بدنه، را بیان کنید.
- ۳- اگر روی بازوها پس از جاگذاری آن‌ها در داخل شیارها با کاغذ پرسیان پوشانده نشود، چه عواقبی در پی خواهد داشت؟
- ۴- نکات ایمنی در هنگام کلاف‌گذاری در داخل شیارها را بیان کنید.
- ۵- ابزار لازم برای کلاف‌گذاری در داخل شیارها را نام ببرید.
- ۶- مراحل کلاف‌گذاری در داخل شیارها را نام ببرید.
- ۷- کار عملی: یک الکتروموتور سه فاز ۳۶ شیار را در اختیار بگیرید و مراحل مختلف کلاف‌گذاری این موتور را برای سیم‌بندی ۲ قطب به ازای سیم‌بندی $G=2P$ انجام داده و کلاف‌ها را در داخل شیارها قرار دهید.

واحد کار سوم

سربندی سیم پیچی الکتروموتورهای سه فاز

هدف کلی

اتصال گروه کلاف‌ها در هر فاز

هدف‌های رفتاری: از فراگیر، انتظار می‌رود با گذراندن این پیمانه، بتواند:

- ۱- با اهم‌تر، سرگروه کلاف‌ها را پیدا کند.
- ۲- با استفاده از نقشه موتورها، اتصال گروه کلاف‌ها را در هر فاز الکتروموتورهای سه فاز یک سرعتی انجام دهد.

۳- ابتدا و انتهای فازها را با U_1, U_2 و V_1, V_2 و W_1, W_2 برچسب بزنند.

۴- سرهای هر فاز را به سیم‌افشان اتصال دهد و با برچسب مربوطه به تخته کلم هدایت کند.

۵- سرهای مربوط به هر فاز را در تخته کلم، به ترمینال‌های مربوطه هدایت کرده و اتصال دهد.

۶- دو سر هر فاز را با اهم‌تر آزمایش کند و از اتصال تمامی گروه کلاف‌ها در هر فاز، اطمینان حاصل کند.

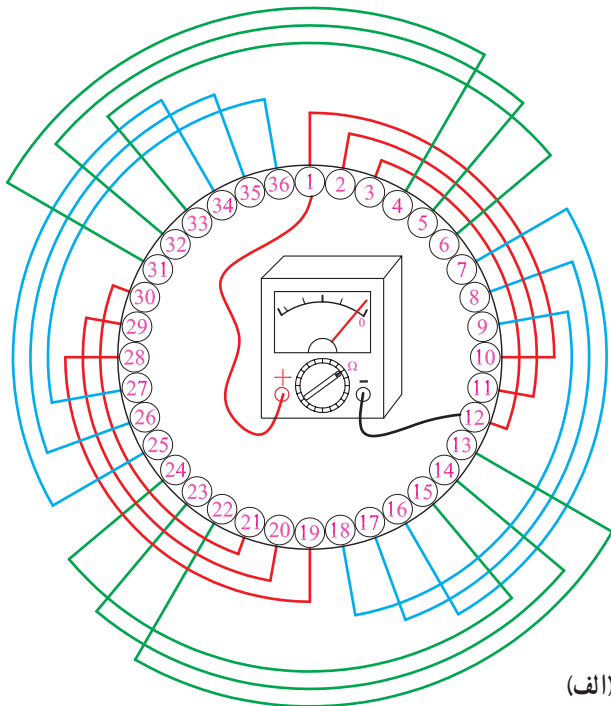


ساعات آموزش

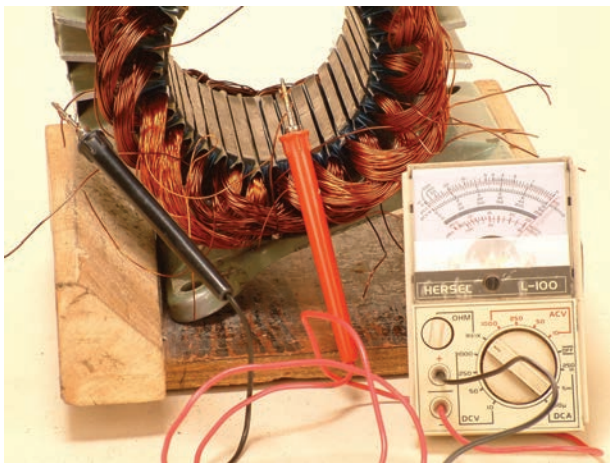
نظری	عملی	جمع
۴	۱۶	۲۰

۳-۱- اصول سربندی کلاف‌ها در داخل استاتور

پس از قرار دادن کلاف‌ها در داخل شیارها، لازم است گروه کلاف‌های مربوط به هر فاز موتور، ارتباط الکتریکی داشته باشند. ارتباط گروه کلاف‌ها باید به گونه‌ای باشد که میدان‌های حاصل از جریان کلاف‌های مجاور، هم‌جهت بوده و در سطح استاتور ۲P قطب تشکیل دهند. بنابراین، در سربندی کلاف‌ها لازم است دقت بیشتری شود زیرا یک اتصال غلط موجب می‌شود حوزه دوار به‌طور صحیح در سطح استاتور تشکیل نشود. در این گونه مواقع، یا رتور قفل کرده و به گردش در نمی‌آید و یا در صورت چرخش رتور، جریان زیادی از شبکه توسط موتور الکتریکی دریافت می‌شود که امکان دارد در زمان کوتاه، سیم‌های استاتور را از بین ببرد.



در سربندی کلاف‌ها با توجه به نقشه موتور، یکی از کلاف‌ها را به عنوان شیار شماره یک در نظر می‌گیریم و آن را با U_1 برچسب می‌زنیم و انتهای گروه کلاف مربوطه را از طریق نقشه پیدا می‌کنیم و لاک سرسیم آن را برمی‌داریم و برای اطمینان، دو سر آن را با اهم‌تر آزمایش می‌کنیم. برای این منظور، سر لاک‌برداری شده U_1 را با انتهای کلاف انتخاب شده به ترمینال‌های اهم‌تر هدایت می‌کنیم. اگر اهم‌تر مقاومت ناچیزی نشان دهد انتخاب سر و ته گروه کلاف صحیح است. در صورت نمایش مقاومت زیاد توسط اهم‌تر، باید ته کلاف را با سیم‌های مجاور تعویض کرده و آزمایش‌های لازم را انجام داد تا ته کلاف مشخص شود. به این ترتیب، سر و ته گروه کلاف‌های مربوط به هر فاز را از طریق نقشه و اهم‌تر مشخص کرده و طبق نقشه سربندی می‌کنیم (شکل ۳-۱).



(ب)

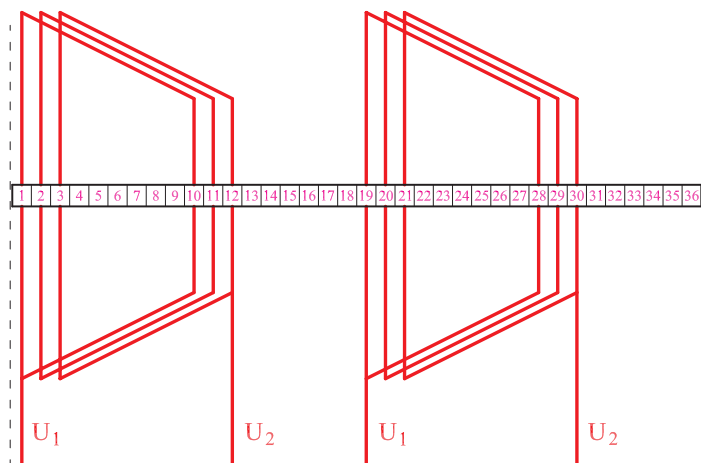
شکل ۳-۱- سر و ته یک گروه کلاف مقاومت ناچیزی نشان می‌دهد.

در سربندی کلاف‌ها اگر $G = P$ باشد، اتصال گروه کلاف‌ها اتصال نزدیک است، یعنی ته هر گروه کلاف به سر گروه کلاف بعدی در آن فاز متصل می‌شود.

در سربندی کلاف‌ها اگر $G = 2P$ باشد، اتصال گروه کلاف‌ها اتصال دور است، یعنی ته هر گروه کلاف به ته گروه کلاف بعدی و سر تمام گروه کلاف‌ها به هم متصل می‌شوند.

برای سربندی گروه کلاف‌ها، ابتدا نقشه گسترده یا دیاگرام مدور موتور را در نظر بگیرید و براساس شماره‌های نقشه، شیارهای استاتور را شماره‌بندی کنید. سرسیم‌های گروه کلاف‌ها را در سرسیم‌ها، مطابق نقشه پیدا کنید. پس از اطمینان از ابتدا و انتهای گروه کلاف‌ها، به اندازه مناسب از سرسیم‌ها جدا کرده و از سر آن‌ها به اندازه $1/5$ سانتی‌متر لاک‌برداری کنید. مطابق نقشه، از سرسیم‌هایی که باید به هم متصل شوند، «وارنیش» بگذرانید. از هر سیم با اندازه یک سانتی‌متر بر روی سیم دیگر، به‌طور مرتب بیچید. پس از لحیم‌کاری و آزمایش اتصال دو سر دو گروه کلاف، اتصال گروه کلاف‌های بعدی را ادامه دهید. مثلاً اتصال گروه کلاف‌های مربوط به فاز U_1 و U_2 در موتور ۳۶ شیار سه فاز ۴ قطب با سیم‌بندی به‌ازای قطب، در مراحل زیر انجام می‌شود:

۱- نقشه دیاگرام گسترده یا مدور سیم‌پیچی مربوط به فاز U_1 و U_2 را تهیه کنید (شکل ۲-۳).

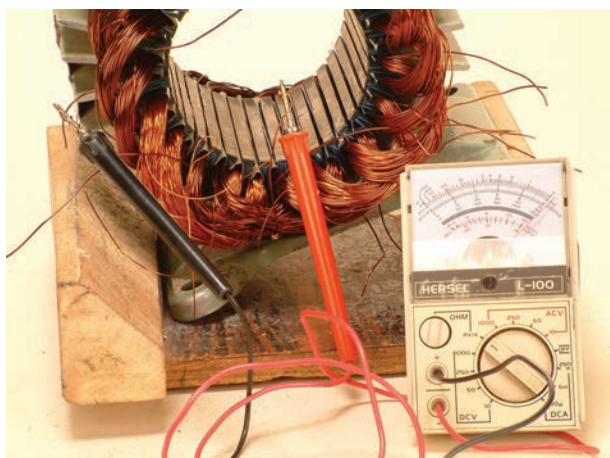


شکل ۲-۳- نقشه فاز ۱ موتور سه فاز ۳۶ شیار با سیم‌بندی به‌ازای قطب



شکل ۳-۳- شماره‌گذاری استاتور کلاف‌گذاری شده

۲- شیارهای استاتور را شماره‌گذاری کنید (شکل ۳-۳).



شکل ۳-۴- آزمایش ارتباط کلاف‌های گروه کلاف شماره ۱

۳- ابتدا و انتهای گروه کلاف شماره ۱ فاز U_1 و U_2 را که سرهای آن از شیار ۱ و ۱۲ خارج شده‌اند، با اهم‌تر آزمایش کنید.

۴- سرسیم‌هایی را که از شیارهای ۱۹ و ۳۰ خارج می‌شوند، با اهم‌تر آزمایش کنید. این سیم‌ها باید به هم ارتباط داشته باشند (شکل ۳-۴).



الف

۵- سرهای خروجی از شیارهای ۱۲ و ۱۹ را به اندازه کافی و به گونه‌ای ببرید که پس از اتصال به هم، سیم اضافی در سطح استاتور وجود نداشته باشد.

۶- سرسیم‌ها را از واریش‌های مورد نیاز عبور دهید (شکل ۳-۵).

شکل (۵-۳-الف) - قرار دادن واریش با قطر کم روی

سیم

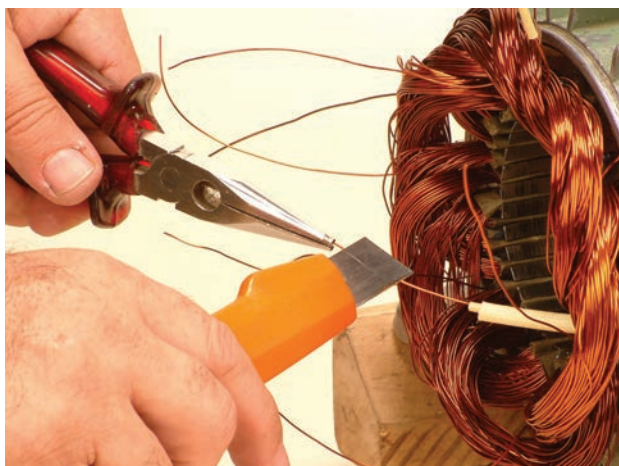


ب

شکل (۵-۳-ب) - عبور دادن واریش با قطر بیشتر

روی واریش قطر کمتر

شکل ۳-۵- عبور دادن سیم‌ها از داخل واریش



۷- سرسیم‌های خروجی از شیارهای ۱۲ و ۱۹ را پس از کوتاه کردن، به اندازه ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر لاک‌برداری کنید (شکل ۳-۶).

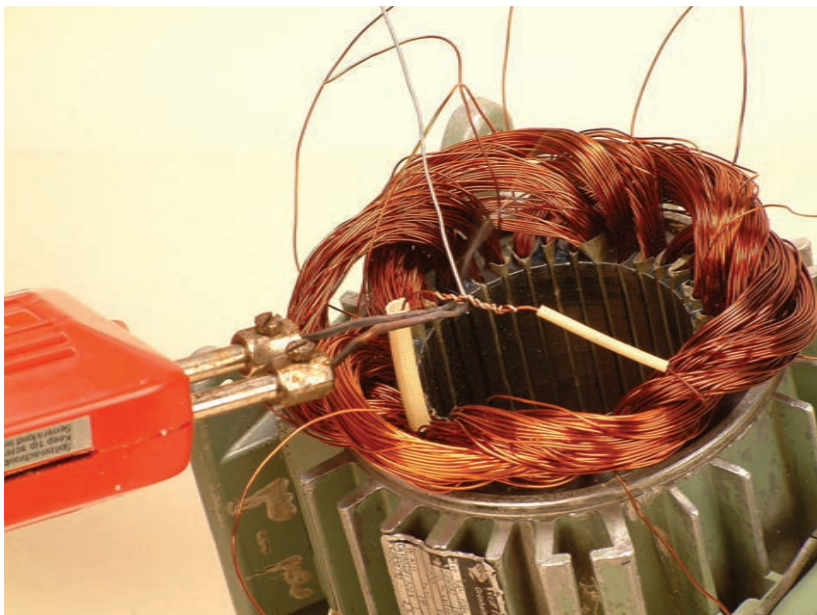
شکل ۳-۶- سرسیم‌ها را به اندازه ۱/۵ تا ۲ سانتی‌متر لاک‌برداری کنید.



۸- سرسیم‌های خروجی از شیارهای ۱۲ و ۱۹ را روی هم قرار داده و هرکدام را به اندازه یک سانتی‌متر روی دیگری بتابانید (شکل ۳-۷).

شکل ۳-۷- سیم‌ها را به هم گره زده و به اندازه یک سانتی‌متر روی هم بتابانید.

محل اتصال را لحیم کنید (شکل ۳-۸).



شکل ۳-۸- محل اتصال دو سیم را لحیم کنید.

۹- واریش‌های با قطر کمتر را از طریق هر دو سیم به محل لحیم شده انتقال دهید تا کاملاً آن را پوشش دهد (شکل ۳-۹).



شکل ۳-۹- هدایت واریش‌ها به محل لحیم شده

۱۰- وارنیش با مقطع زیاد را روی دو وارنیش با قطر کمتر بکشید (شکل ۱۰-۳).



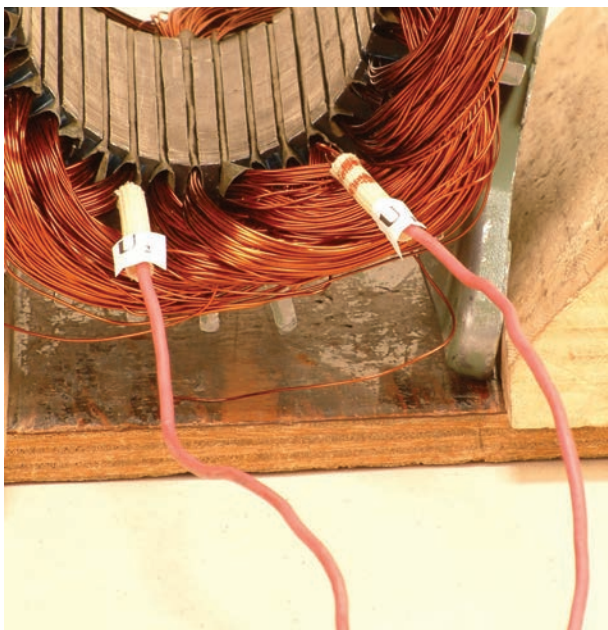
شکل ۱۰-۳



۱۱- پس از سربندی، به منظور اطمینان از اتصال بین دو گروه کلاف، سرسیم‌هایی را که از شیارهای ۱ و ۳۰ خارج شده‌اند، لاک برداری کرده و ارتباط آن‌ها را با اهم‌تر آزمایش کنید.

۱۲- سرسیمی را که از شیار شماره ۱ بیرون آمده است، به اندازه کافی کوتاه کرده و پس از لاک برداری، آن را به سیم افشان اتصال دهید و محل اتصال را لحیم کاری کرده و با وارنیش مناسب بپوشانید. به سیم افشان برچسب U_1 بزنید (شکل ۱۱-۳).

شکل ۱۱-۳ اتصال سیم افشان به ابتدا و انتهای فاز و برچسب زدن آن



شکل ۱۲-۳

۱۳- سیم خروجی از شیار شماره ۳۰ را با سیم افشان اتصال داده و پس از لحیم کاری و گذاشتن وارنیش، برچسب U_p بزنید (شکل ۱۲-۳).

۳-۲- کارهای عملی ۳

کار عملی ۱

هدف: سربندی سیم پیچی الکتروموتورها
نکات ایمنی: از روشنایی مناسب در روی میز کار استفاده کنید. از میز کار و صندلی استاندارد مناسب استفاده کنید تا هیچ گونه فشاری بر کمر و پاهای تان وارد نشود.

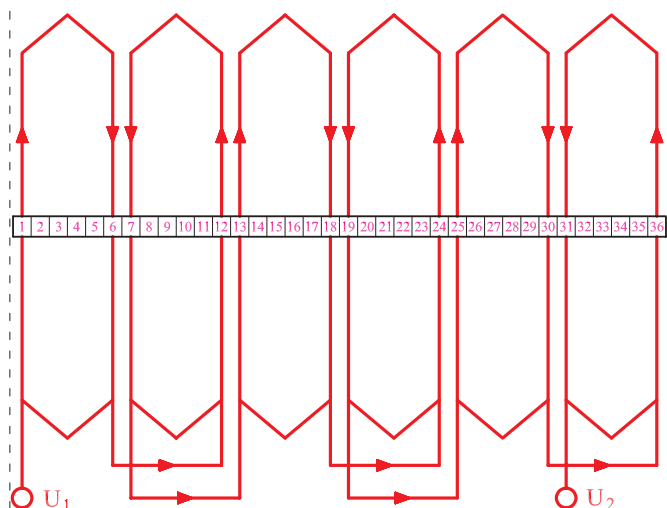
وسایل و ابزار مورد نیاز

- ۱- نگهدارنده استاتور یک عدد
 - ۲- استاتور ۳۶ شیار کلاف گذاری شده در کار عملی شماره ۲ واحد کار دوم (شکل ۳۹-۲) یک عدد
 - ۳- اهم متر یک عدد
 - ۴- وارنیش مناسب مقطع سیم
 - ۵- هویه برقی یک عدد
 - ۶- روغن و سیم لحیم به حد کافی
 - ۷- سیم افشان مناسب در سه رنگ به حد کافی
- موضوع: سربندی سیم پیچی الکتروموتور سه فازشش قطب ۳۶ شیار به ازای قطب
- مراحل انجام کار

- ۱- استاتور را روی نگهدارنده استاتور قرار داده و شیارها را شماره گذاری کنید (شکل ۱۳-۳).



شکل ۱۳-۳ شماره گذاری شیارها



۲- نقشه گسترده اتصالی فاز U_1 و U_2 را آماده کنید
(شکل ۱۴-۳).

شکل ۱۴-۳- نقشه اتصالی فاز U_1 و U_2 موتور ۳۶ شیار ۴ قطب با
سیم بندی به ازای قطب

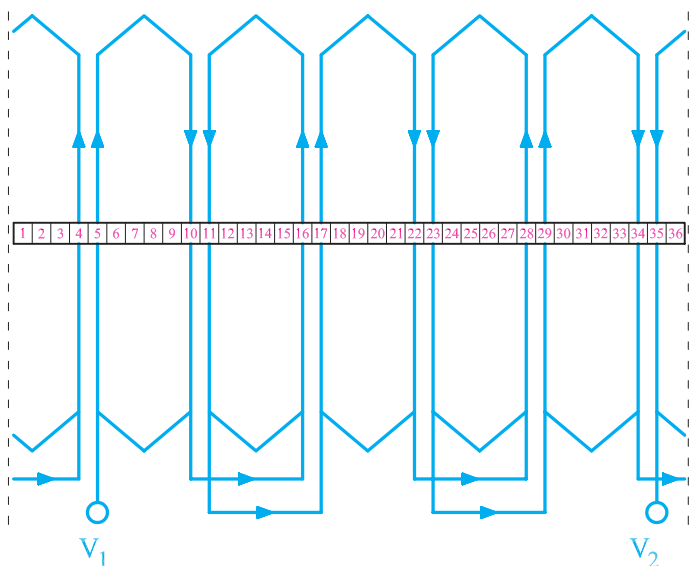


۳- براساس اتصال های موجود در نقشه ۱۴-۳ ابتدا
سیم های خروجی از شیارها ۱-۶، ۷-۱۲، ۱۳-۱۸، ۱۹-۲۴،
۲۵-۳۰ و ۳۱-۳۶ را با اهم متر آزمایش کنید. در صورتی که در
همه موارد عقربه اهم متر مقداری ناچیز را نشان داد، سیم خروجی
را به ترتیب شماره ۶ به ۱۲، ۷ به ۱۳، ۱۸ به ۲۴، ۱۹ به ۲۵ و
۳۰ به ۳۶ به هم ارتباط داده و روی اتصالی ها را با وارنیش
بپوشانید.

۴- سیم های خروجی از شیار ۱ و ۳۱ سیم افشان را
لحیم کرده و روی آن ها را وارنیش بکشید.

۵- به سیم افشان شماره ۱، برچسب U_1 و شماره ۳۱ را
برچسب U_2 بزنید (شکل ۱۵-۳).

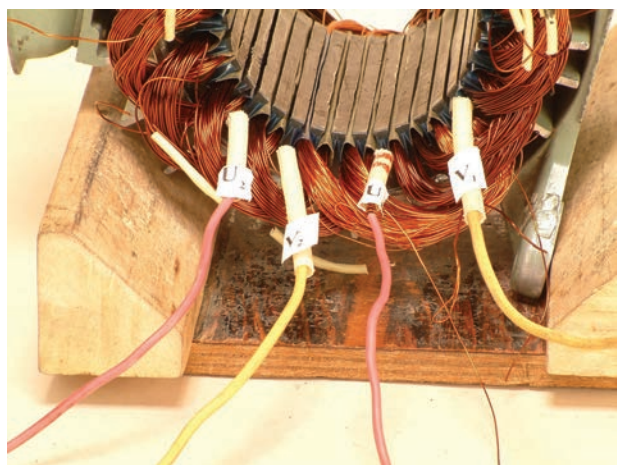
شکل ۱۵-۳- سربندی فاز U_1 و U_2 موتور ۳۶ شیار ۴ قطب



شکل ۱۶-۳-الف

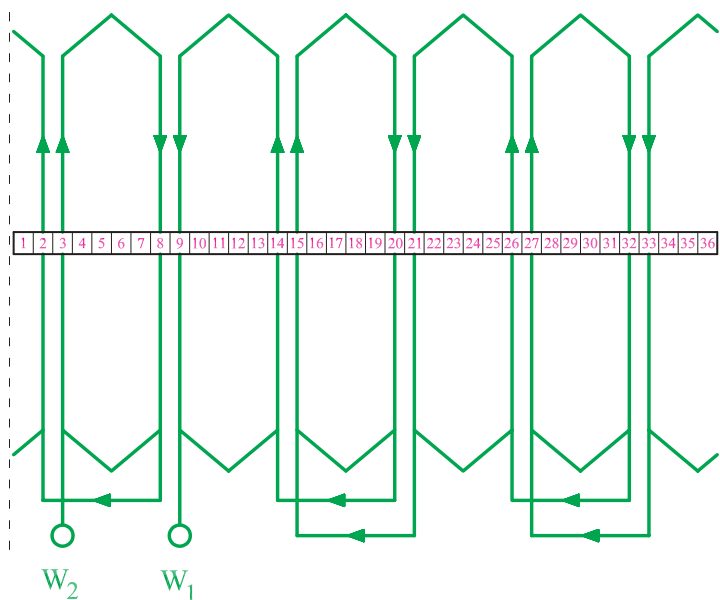
۶- براساس نقشه اتصال گروه کلاف‌های فاز V_1 و V_2 ، سیم‌های خروجی از شیارهای ۵-۱۰، ۱۶-۱۱، ۲۲-۱۷، ۲۳-۲۸، ۲۹-۳۴ و ۳۵-۴ را با اهم‌متر آزمایش کنید و از اتصال آن‌ها به یک‌دیگر خاطر جمع شوید. سپس سرسیم‌های خروجی از شیارهای ۱۰ را به ۱۶، ۱۱ را به ۱۷، ۲۲ را به ۲۸، ۲۳ را به ۲۹ و ۳۴ را به ۴ اتصال دهید.

به سیم خروجی از شیار شماره ۵ سیم‌افشان اتصال داده و برچسب V_1 بزنید. سیم خروجی از شیار ۳۵ را به سیم‌افشان اتصال داده و برچسب V_2 بزنید (شکل ۱۶-۳).
شکل (۱۶-۳-الف) نقشه اتصال سرسیم‌ها به یکدیگر را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶-۳-ب

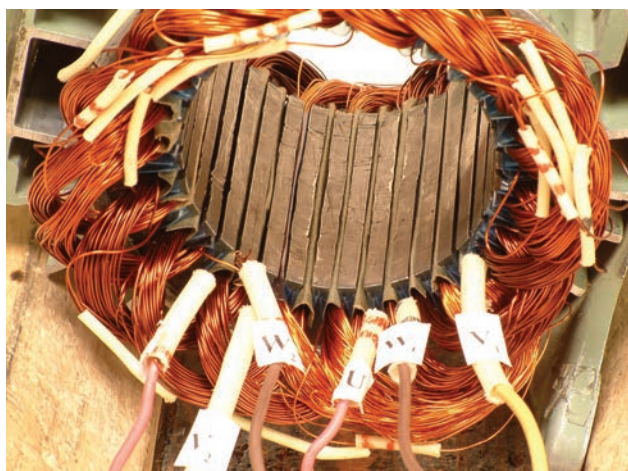
شکل ۱۶-۳-نقشه اتصالی فاز V_1 و V_2 موتور ۳۶ شیار ۴ قطب با سیم‌بندی به‌ازای قطب



شکل ۳-۱۷ الف - نقشه اتصال سرسیم پا

۷- براساس نقشه اتصال گروه کلاف‌های فاز W_1 و W_2 سیم‌های خروجی از شیارهای ۹-۱۴، ۲۰-۱۵، ۲۶-۲۱، ۲۷-۳۲، ۳۳-۲ و ۳-۸ را با اهم‌تر آزمایش کنید و از اتصال آن‌ها به یکدیگر خاطر جمع شوید. سپس سرسیم‌های خروجی از شیارهای ۱۴ را به ۲۰، ۱۵ را به ۲۱، ۲۶ را به ۳۲، ۲۷ را به ۳۳ و ۲ را به ۸ اتصال دهید.

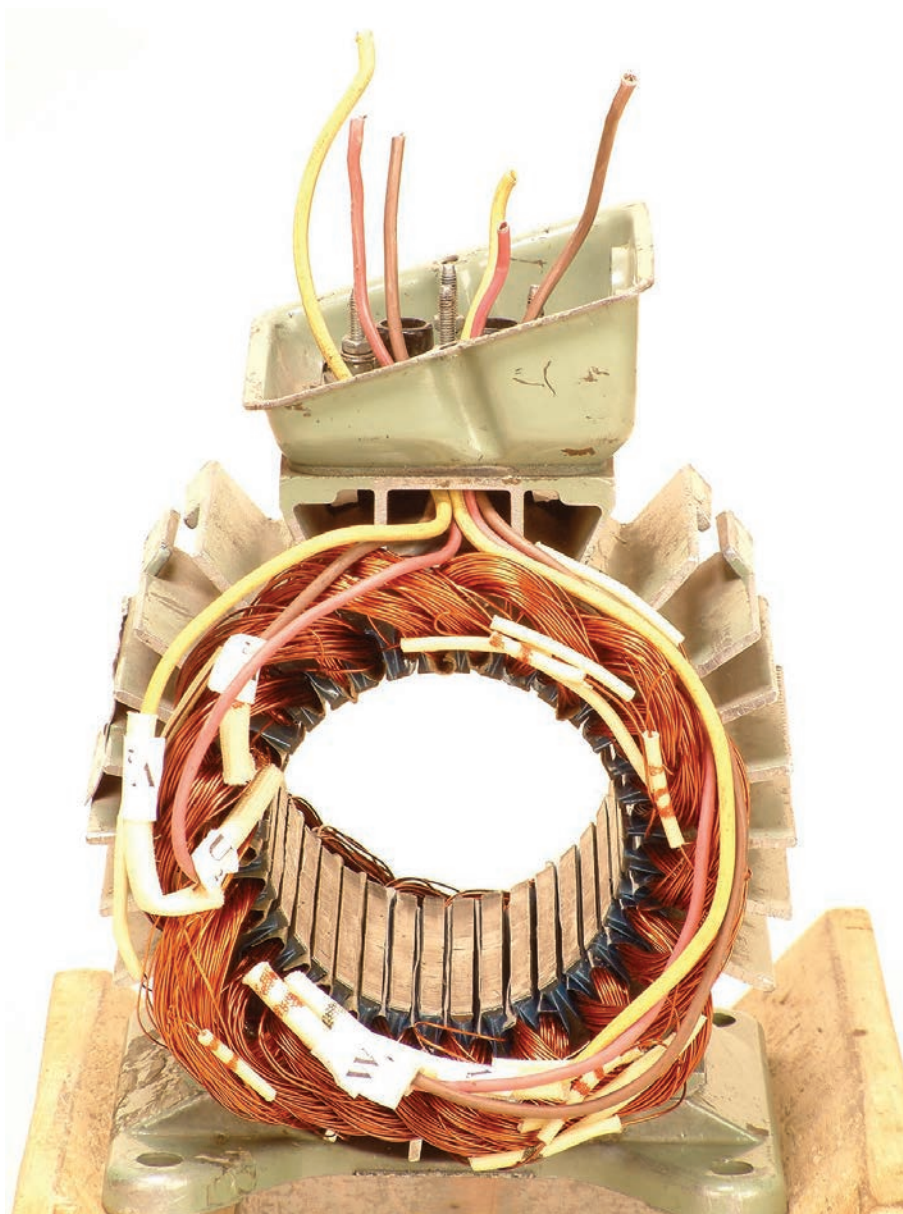
سیم خروجی از شیار شماره ۹ را با سیم‌افشان اتصال داده و برچسب W_1 بزنید. سیم خروجی از شیار ۳ را به سیم‌افشان اتصال داده و برچسب W_2 بزنید (شکل ۳-۱۷).



شکل ۳-۱۷ ب

شکل ۳-۱۷ - نقشه اتصالی فاز W_1 و W_2 موتور ۳۶ شیار ۴ قطب با سیم‌بندی به‌ازای قطب

۸- سیم‌های لحیم شده را مرتب کرده و روی کلاف‌ها
بخوابانید. سپس سیم‌های افشان را از کوتاه‌ترین مسیر به جعبه
اتصال موتور هدایت کنید (شکل ۱۸-۳).



شکل ۱۸-۳- هدایت سیم‌های افشان به جعبه اتصال موتور

آزمون پایانی (۳)



- ۱- چه لزومی دارد سرسیم گروه کلاف‌ها را قبل از سیم‌بندی با اهم‌تر آزمایش کنیم؟
 - ۲- اگر براساس نقشه، وقتی که سرسیم‌ها را با اهم‌تر آزمایش می‌کنیم، سیم‌ها به هم راه ندهند، اشکال کار در کجا است؟ اقدام بعدی برای یافتن سرسیم‌های گروه کلاف را بیان کنید.
 - ۳- برای چه منظور در سربندی گروه کلاف‌های یک فاز از نقشه اتصالی هر فاز موتور استفاده می‌کنند؟ آیا امکان دارد که بدون دسترسی به نقشه سربندی، گروه کلاف‌های هر فاز را به یکدیگر اتصال داد؟
 - ۴- به چه مناسبت، شیارهای داخل استاتور را در هنگام قرار دادن کلاف‌ها در داخل شیارها، شماره‌گذاری می‌کنند؟
 - ۵- چرا محل اتصال گروه کلاف‌ها را لحیم‌کاری کرده و محل لحیم‌کاری را با وارنیش می‌پوشانند؟
 - ۶- علت استفاده از وارنیش با مقطع زیاد بر روی وارنیش‌های با مقطع کم را بیان کنید.
 - ۷- چرا در انتهای سربندی هر فاز، ابتدا و انتهای سیم‌ها را برچسب می‌زنند؟
 - ۸- استفاده از سیم‌های افشان در ابتدا و انتهای هر فاز چه محاسنی دارد؟
 - ۹- آیا پس از سربندی گروه کلاف، آزمایش سرهای ابتدا و انتهای هر فاز با اهم‌تر ضرورت دارد؟ دلیل خود را بیان کنید.
- ۱۰- کار عملی: یک موتور ۳۶ شیار ۲ قطب با سیم‌بندی یک طبقه $G = 2P$ را در اختیار بگیرید. پس از شماره‌گذاری و آزمایش سر گروه کلاف‌ها، آن را سربندی کنید. سر فازها را به سیم افشان اتصال دهید و سرسیم‌های هر فاز را برچسب زده و از کوتاه‌ترین مسیر به جعبه اتصال هدایت کنید.
- ۱۱- کار عملی: استاتور کلاف‌گذاری شده شکل ۴۸-۲ را در اختیار بگیرید و سربندی آن را کامل کنید.
- ۱۲- در سربندی گروه کلاف‌ها سعی می‌شود اتصال گروه کلاف‌ها به گونه‌ای باشد تا بازوهای در قطب‌سازی پلاریته داشته باشند.
- ۱۳- در سربندی با سیم‌پیچی به‌ازای قطب اتصال گروه کلاف‌ها هر فاز، اتصال و در سیم‌پیچی به‌ازای جفت قطب، اتصال گروه کلاف‌ها اتصال است.

پاسخ پیش‌آزمون

پاسخ واحد کار اول	
شماره تست	گزینه صحیح
۱	۱
۲	۳
۳	۱
۴	۴
۵	۳
۶	۲
۷	۴
۸	۳

منابع و مآخذ

- ۱- «محاسبه و سیم‌پیچی موتورهای القایی سه فاز»، مؤلفین: علی عراقی - محمد حیدری، زنده‌یاد مرحوم علی رحیمیان‌پرور - احمد معیری، انتشارات سیم‌لاکی، فارس.
- ۲- «محاسبه و سیم‌پیچی موتورهای الکتریکی (تئوری و عملی)»، مؤلف: دکتر حسین رحمتی‌زاده، انتشارات نیلوفر.
- ۳- مجموعه جزوات آموزشی موتورپیچی دانشگاه شهید رجایی تهران، مؤلفین: علی عراقی و علی رحیمیان‌پرور، انتشارات دانشگاه شهید رجایی.

فهرست رشته‌های مهارتی که می‌توانند از کتاب سیم‌پیچی موتورهای سه فاز استفاده نمایند.

ردیف	نام رشته‌ی مهارتی	شماره‌ی رشته‌ی مهارتی	کد رایانه‌ای رشته‌ی مهارتی	نام استاندارد مهارتی مبنا	کد استاندارد مهارتی متولی
۱	ماشین‌های الکتریکی	۱-۱۰-۱-۳۰۶	۹۳۷۶	تعمیر ماشین‌های الکتریکی درجه (۲)	۷۵ و ۸ - ۵۳/۴۸
۲	ماشین‌های الکتریکی درجه (۱)	۱-۱۰-۱-۳۰۵	۹۳۷۵		
۳		۱-۱۰-			
۴		۱-۱۰-			
۵		۱-۱۰-			

