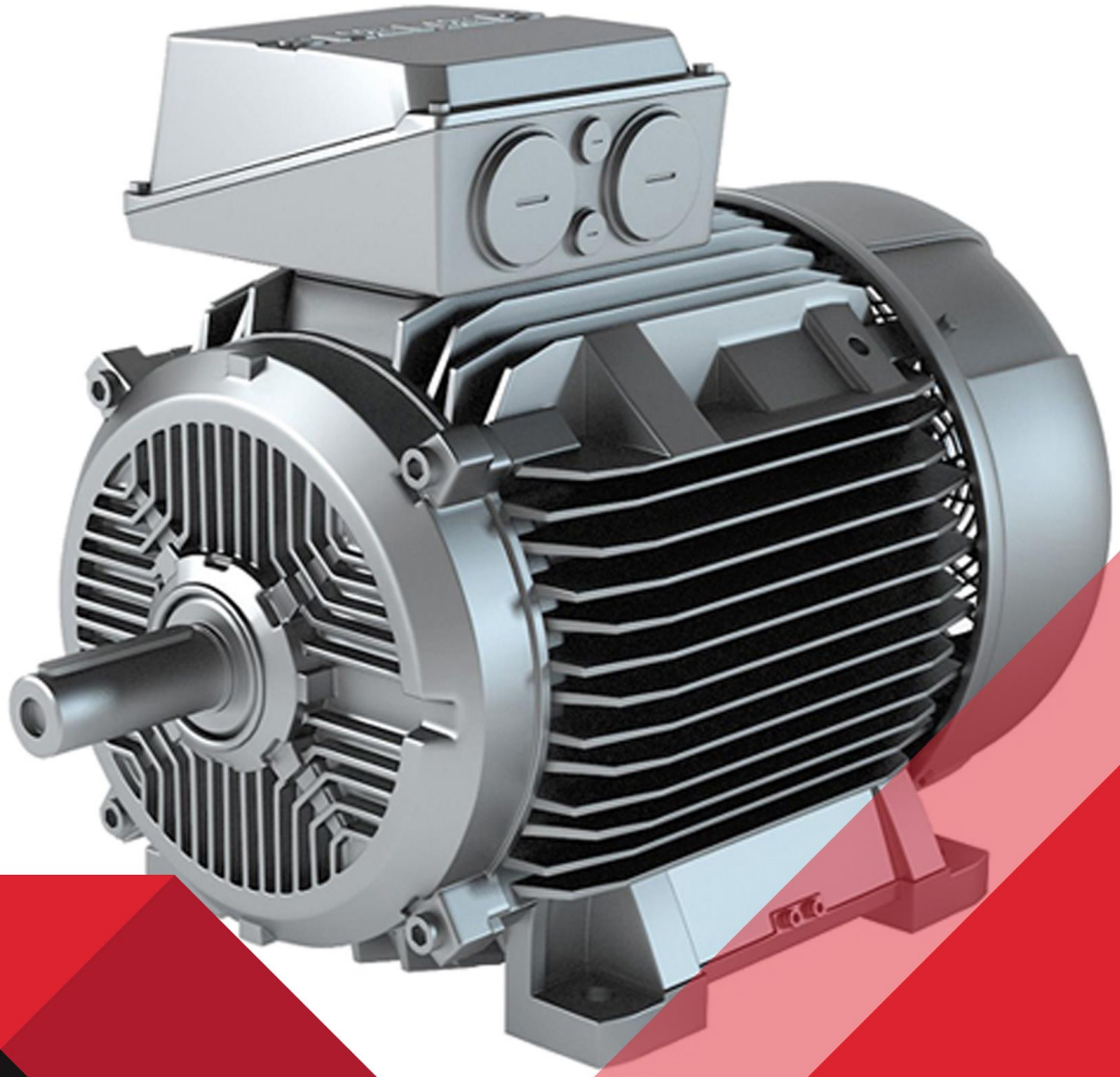


ماهر
MAHER

انتخاب بهترین الکتروموتور

گسترش روز افزون صنعت در دنیای امروز، استفاده هر چه بیشتر از انرژی الکتریکی و تجهیزات وابسته به آن را در پی داشته است. بدون شک، یکی از پرکاربردترین این وسایل، موتورهای الکتریکی یا الکتروموتورها هستند. موتورهای الکتریکی برای تبدیل انرژی الکتریکی به مکانیکی در گستره‌ی وسیعی از توان‌ها تولید و به کار گرفته می‌شوند. با توجه به نقش کلیدی الکتروموتورها در صنایع گوناگون، انتخاب و بهره‌برداری مناسب الکتروموتور مناسب همواره یک چالش بسیار بزرگ برای مهندسان بوده است. چرا که این امر نه تنها به مصرف بهینه انرژی الکتریکی کمک می‌کند، بلکه باعث افزایش بازده موتور و طول عمر آن نیز می‌شود. از این رو، این مقاله در نظر دارد که به پارامترهای اساسی و تعیین کننده در انتخاب یک الکتروموتور مناسب بپردازد.

برای یادگیری دقیقی و عملی موضوعات مرتبط با الکتروموتورها می‌توانید **دوره برق صنعتی ماهر** را تهیه کنید.

پارامترهای تاثیرگذار در انتخاب یک موتور

در ابتدا باید دقت داشت که فرآیند انتخاب موتور آنقدرها هم که به نظر می‌آید ساده نیست. هنگام انتخاب یک موتور باید به پارامترهای بسیار زیادی دقت کرد زیرا که هر یک از آن‌ها می‌تواند بر عملکرد موتور تاثیر داشته باشد. بنابراین اولین گام به منظور انتخاب موتور مناسب، آشنایی با پارامترهای تاثیرگذار بر کارکرد و رفتار یک الکتروموتور است.

برخی از مهمترین پارامترهایی که به طور معمول باید در انتخاب الکتروموتورها مد نظر داشت به شرح زیر هستند:

- سرعت موتور
- توان تلفاتی موتور و چرخه کاری آن
- گشتاور بار موتور
- محیط کاری موتور
- بازده موتور

در ادامه به بررسی دقیق‌تر و کامل‌تر هریک از این پارامترها و نقش آن‌ها در انتخاب یک موتور الکتریکی مناسب پرداخته می‌شود.

سرعت موتور

اکثر موتورهای الکتریکی با سرعت بسیار بالا، مثلاً بین ۵۰۰ تا ۳۰۰۰ دور در دقیقه، کار می‌کنند. موتورهای مخصوص که معمولاً در مشارکت و همراهی با سیستم‌های الکترونیک قدرت بهره‌برداری می‌شوند، در سرعت‌های پایین‌تر یا با سرعت‌های بالاتر نیز کار می‌کنند، اما این امر به طور معمول رایج نیست. زیرا، اغلب تغییر سرعت با کمک دنده‌های مکانیکی آسان‌تر است.

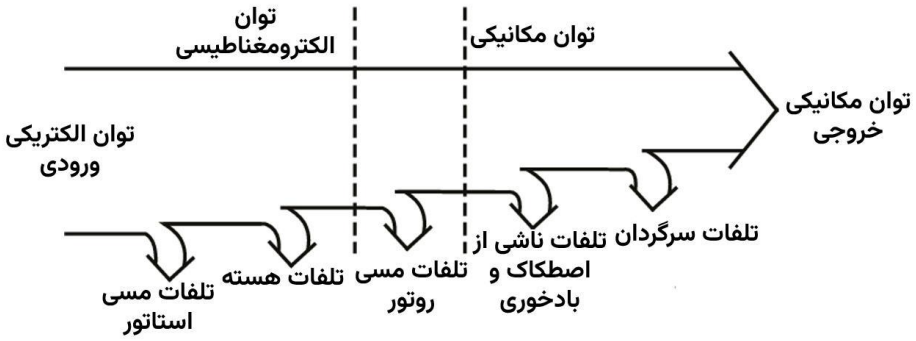
اکثر موتورها در بازه سرعت محدودی کار می‌کنند، به عنوان مثال یک موتور القایی چهارقطب متداول ممکن است بر اساس بارش، در سرعتی بین ۱۴۳۰ دور تا ۱۴۷۰ دور در دقیقه کار کند. در حالی که در شرایط سخت، یک موتور سنکرون مشابه، بدون توجه به بار، صرفاً با سرعت ثابت ۱۵۰۰ دور در دقیقه کار می‌کند. اما موتورهای کموتاتوری سری (موتور یونیورسال) که به طور عمده در سیستم‌های ریلی به کار می‌روند، می‌تواند تغییرات سرعت بسیار گسترده‌تری را ارائه دهند.

در برخی کاربردهای صنعتی، کنترل دقیق سرعت یا موقعیت ضروری است. در گذشته، این نیاز باعث ایجاد طیف گسترده‌ای از موتورهای خاص شد که طراحی آن‌ها بسیار پیچیده بود (مانند موتورهای پله‌ای یا سوئیچ رلوکتانس). با این حال، با پیشرفت در سیستم‌های الکترونیک قدرت، استفاده از چنین موتورهایی کاهش پیدا کرد و در بسیاری مصارف همان موتورهای جریان متناوب ولی با کنترلهای پیشرفته به کار می‌روند.

توان تلفاتی موتور و چرخه کاری آن

اساساً انتظار می‌رود که یک موتور به طور مداوم با توان نامی خروجی کار کند. از این رو، قابلیت موتورها در دفع تلفات حرارتی بسیار اهمیت دارد. این نوع تلفات نتیجه گرمایی است که از تلفات ژول سیم‌پیچ‌ها، تلفات جریان گردابی در هسته روتور و استاتور، و تلفات و اصطکاک و باد حاصل می‌شود. این تلفات باعث گرم شدن موتور شده و اگر سیستم عایقی آن بیش از حد تحت تاثیر حرارت قرار گیرد، صدمه دیده و از کار می‌افتد. بنابراین، توجه به بار موتور برای جلوگیری از افزایش تلفات حرارتی و ایجاد مشکلات عایقی بسیار ضروری است.

باید دقت داشت که این افزایش دما و شکل‌گیری تلفات حرارتی به صورت ناگهانی در موتور اتفاق نمی‌افتد. بلکه، از زمان راه‌اندازی موتور تا قرار گرفتن بار نامی بر روی شفت موتور این تلفات متغیر هستند.



شکل ۱ - دیاگرام تلفات در یک موتور القایی

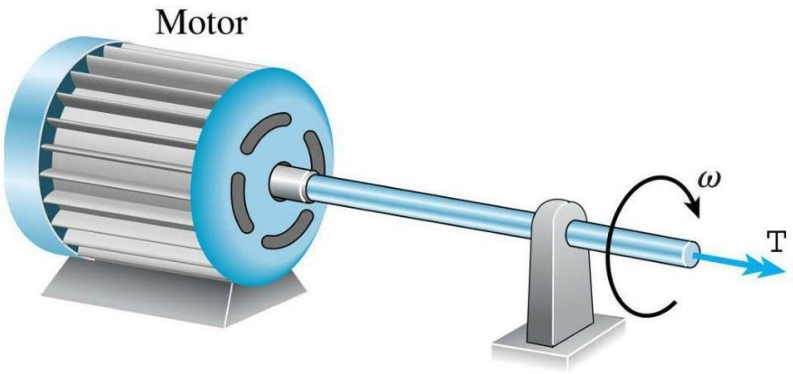
گشتاور بار موتور

به طور کلی گشتاورهای بار را می‌توان در دو دسته زیر در نظر گرفت:

- گشتاور ثابت
- گشتاور حاصل از فن یا پمپ

بار گشتاور ثابت را می‌توان توسط یک بالابر مدل کرد. برای درک بهتر این موضوع، به عنوان مثال بار یک بالابر را در نظر بگیرید که نیرویی معادل ۵۰۰۰ نیوتن بر بکسل آن اعمال کرده است. اگر بار با سرعت ۱ متر بر ثانیه بالا برود، توان مورد نیاز ۵۰۰۰ وات خواهد بود. این امر مستلزم آن است که موتور به میزان $\pi.n1.T2$ توان تولید کند، که در آن 1n سرعت چرخش موتور و T گشتاور مورد نیاز است. اگر نیاز باشد سرعت بالا بردن دو برابر شده و به ۲ متر بر ثانیه برسد، آنگاه توان لازم برای این کار برابر خواهد بود با $\pi.n2.T2$ یا W۱۰۰۰۰ . باید دقت کرد که در این حالت سرعت چرخش 2n دو برابر شده ولی گشتاور بدون تغییر مانده است.

در مثال اخیر، الزامات گشتاور در طول شتاب و کاهش سرعت بالابر در نظر گرفته نشد. برای شروع حرکت بالابر مقداری گشتاور اضافی مورد نیاز خواهد بود. هر چه شتاب راه‌اندازی مورد نظر بیشتر باشد، گشتاور اولیه بازهم بیشتر خواهد شد. بنابراین وقتی اصطلاح بار گشتاور ثابت به کار می‌رود، دوره شتاب‌گیری و دوره کاهش سرعت را در آن منظور نمی‌کنند.



شکل ۲ - شماتیک یک موتور در حال تامین گشتاور ثابت **T**

در فن‌ها و پمپ‌ها بار مکانیکی فقط به دلیل حرکت در برابر هوا (در مورد فن) یا در برابر سیال در مورد پمپ ایجاد می‌شود. اما هر دوی آن‌ها دارای این ویژگی هستند که موتور در هنگام راه اندازی به گشتاور زیادی نیاز ندارد. در این حالت، تفاوت بین گشتاور موتور و گشتاور بار در حدی است که امکان شتاب‌گیری سریع تا رسیدن به شرایط دائمی را برای موتور فراهم می‌آورد.

محیط کاری موتور

هنگام انتخاب یک موتور عاملی وجود دارد که مستقل از بار موتور است، و آن عامل، محیطی است که موتور برای کار در آن طراحی شده است. باید دقت کرد که همه موتورها در یک محیط تمیز مورد بهره‌برداری قرار نمی‌گیرند، اگرچه بیشتر آن‌ها در فضایی کار می‌کنند که چیزی جز کمی گرد و غبار وجود ندارد. همچنین لازم به ذکر است که رطوبت می‌تواند بر عایق‌بندی موتور تأثیر بگذارد، اما اگر انتظار می‌رود که موتور به طور معمول در یک مکان خشک کار کند، نیازی به محافظت از آن در برابر رطوبت نیست. با این حال برخی از موتورها ممکن است در معرض پاشش آب قرار گیرند یا اصولاً نیاز باشد که در آب غوطه‌ور شوند. در این موارد، انتخاب IP مناسب برای موتورها بسیار اهمیت دارد.

اگر با مفهوم IP آشنا نیستید، مقاله زیر به شما بسیار کمک می‌کند که نقش و اهمیت آن را در مهندسی برق درک کنید:

درجه حفاظت یا IP چیست؟

موتورها معمولاً توسط یک فن نصب شده در انتهای روتور خنک می‌شوند که باعث عبور هوا بین روتور و استاتور می‌شود. موتورهایی که در آب غوطه‌ور هستند امکان دارد که در شرایط سردتری قرار داشته باشند و در نتیجه خنک سازی سطحی آن‌ها آسان‌تر باشد و به نصب فن روی محورشان نباشد. در هر صورت

خنک سازی موتور در افزایش عمر مفید آن بسیار مهم است. در دوره برق صنعتی ماهر ، مفصلاً درباره کدها و روشهای خنک سازی موتورها بحث شده و مطالب کاربردی و ارزنده است بیان گردیده است.

بازده موتور

در حالت ایده‌آل در یک الکتروموتورِ بدون تلفات، انرژی الکتریکی ورودی برابر با انرژی مکانیکی خروجی است. اما هیچ موتوری ایده‌آل نیست و کم و بیش مقداری توان تلف می‌کند. بسیار مهم است که در هنگام انتخاب موتور به این اتلاف انرژی دقت شود. زیرا اگرچه مقدار آن در قبال توان کل موتور کم است، اما چون یک اتلاف دائمی و هر روزه در صنعت به شمار می‌رود، مجموع هزینه‌های آن در بلند مدت بسیار جدی و قابل توجه خواهد شد. استفاده از موتورهای پربازده راهی برای کاهش تلفات در صنایع بهره‌مند از موتورهای الکتریکی است.

برای آشنایی بیشتر با موتورهای الکتریکی و شیوه‌ی راه‌اندازی آن‌ها، مقاله زیر می‌توان مطالعه کرد.
روش‌های راه‌اندازی الکتروموتور و بررسی کاربردها، ویژگی‌ها و مزایا

عوامل حاکم بر انتخاب موتور

ویژگی‌های موتورها با ماهیت کاربرد آن‌ها و نوع وظیفه‌ای که انتظار می‌رود انجام دهند بسیار متفاوت است. به عنوان مثال، کاربردهایی مانند سرعت ثابت، گشتاور ثابت، سرعت متغیر، کار پیوسته یا تناوبی، راه‌اندازی سریع یا معمولی، توقف/راه‌اندازی‌های مکرر و غیره باید هنگام تصمیم‌گیری برای انتخاب موتور به دقت در نظر گرفته شوند.

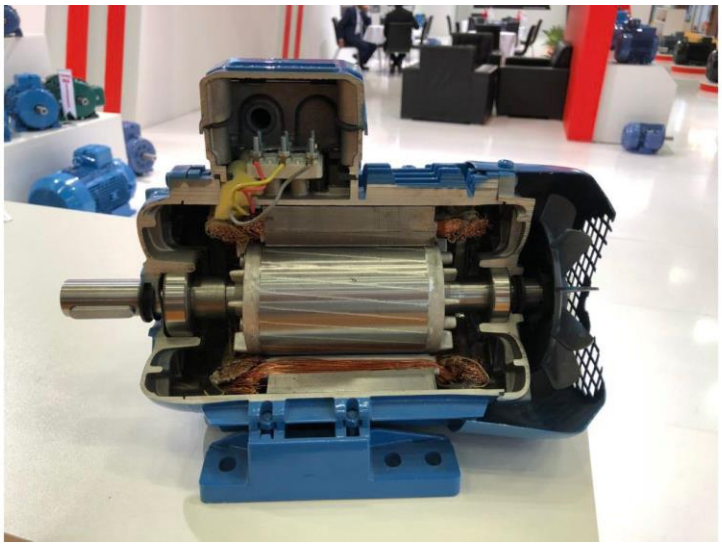
به علاوه، هنگام انتخاب موتور برای یک کاربرد خاص، باید عوامل زیر نیز در نظر گرفته شوند:

- ماهیت منبع : آیا منبع موجود، یک منبع جریان متناوب (تک فاز یا سه فاز) است یا جریان مستقیم؟
- ماهیت حرکت : آیا موتور برای به حرکت درآوردن یک دستگاهِ تکی به کار می‌رود یا گروهی از دستگاه‌ها؟
- ماهیت بار :
  - آیا بار به گشتاور راه‌اندازی سبک یا سنگین نیاز دارد؟
  - آیا گشتاور بار با سرعت افزایش می‌یابد یا ثابت می‌ماند؟
  - آیا بار دارای اینرسی سنگین است و راه‌اندازی آن طول می‌کشد؟

- مشخصات الکتریکی موتور :

این ویژگی‌ها را به شکل زیر دسته‌بندی می‌کنند:

  - مشخصه‌های راه‌اندازی
  - مشخصه‌های بهره‌برداری
  - کنترل سرعت
  - مشخصه‌های ترمزی
- اندازه و ظرفیت موتور:
  - برای در نظرگرفتن این عامل دقت به موارد زیر الزامی است:
- آیا موتور به طور دائم کار می‌کند یا در هر چرخه‌کاری، مدتی بی بار می‌شود.
- آیا ظرفیتی برای اضافه بار باید دیده شود؟
- ملاحظات مکانیکی :
  - نوع محفظه موتور
  - نوع بلبرینگ‌ها
  - سیستم انتقال قدرت
  - سطح نویز
- هزینه‌ها:
  - هزینه کلی
  - هزینه بهره‌برداری



شکل ۳ - نمای برش خورده‌ای از یک موتور الکتریکی

جمع‌بندی

با توجه به نقش پررنگ و سازنده‌ی الکتروموتورها در صنایع مختلف، انتخاب دقیق موتور الکتریکی مناسب از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است که در این مقاله به آن پرداخته شد. با انتخاب الکتروموتور مناسب علاوه بر اینکه می‌توان مصرف انرژی الکتریکی را کاهش داد، امکان افزایش بهره‌وری و طول عمر تجهیزات الکتریکی به شکل گسترده‌ای وجود دارد. آشنایی با سرعت موتور، نوع گشتاور، بار موتور، و محیط کاری آن برخی از تاثیرگذارترین پارامترها در انتخاب هر چه صحیح‌تر الکتروموتورها به حساب می‌آیند. به علاوه، دقت به عواملی نظیر نوع منبع تغذیه موتور، اندازه و هزینه‌های مرتبط نیز بسیار مهم است.

سوالات متداول

۱ - کدام دسته از موتورهای الکتریکی قادر به تامین طیف وسیع از سرعت بدون استفاده از ادوات الکترونیک قدرت هستند؟

موتور کموتاتوری با سیم‌پیچ سری که به طور عمده در سیستم‌های ریلی به کار می‌رود، می‌تواند تغییرات سرعت گسترده‌ای را ارائه دهد.

۲ - متداول‌ترین توان‌های تلفاتی در ماشی‌های الکتریکی کدام هستند؟

تلفات سیم‌پیچ ها، تلفات جریان گردابی در هسته‌های روتور و استاتور، و تلفات باد خوری و اصطکاک

۳ - خنک‌سازی در موتورهای الکتریکی به چه شکل است؟

موتورها معمولاً توسط یک فن نصب شده در انتهای روتور خنک می‌شوند که باعث عبور هوا بین روتور و استاتور می‌شود. موتورهایی که در آب غوطه ور هستند امکان دارد که در شرایط سردتری قرار داشته باشند و در نتیجه خنک سازی سطحی آن‌ها آسان‌تر است.

مراجع

https://www.rvstcc.ac.in/assets/img/pdf/selection%20of%20a%20motor.pdf

https://blog.orientalmotor.com/motor-selection-basics-types-of-electric-motors

https://eriks.com/en/know-how-hub/blogs/electric-motor-in-6-steps/

https://www.aimsindustrial.com.au/blog/electric-motor-selection-guide?srsltid=AfmBOorzN3Is5gkepdEfWhG0_JWWl00CD7iPFr6gPPsOOWN2zaT9cO7E