بنام خدا

بخش چهارم

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

فهرست مطالب :

معادلات خروجی
معادله خروجی ماشینهای dc
معادله خروجی ماشینهای ac

عوامل موثر در اندازه ماشینهای دوار
سرعت
بارگذاری مغناطیسی ویژه
بارگذاری الکتریکی ویژه

تغییر خروجی و تلفات با توجه به ابعاد ماشین

تفکیک D و L

قابها و ظرفیتهای استاندارد

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

معادلات خروجی

معادله ای که ارتباط بین توان خروجی ماشین، ابعاد اصلی ماشین، سرعت آن و بارگذاریهای الکتریکی و مغناطیسی ویژه را تشریح می کند، به عنوان معادله خروجی شناخته می شود.

گام نخست طراحی از این معادله برداشته میشود. اکنون معادلات خروجی ماشینهای ac و dc را جداگانه بدست می آوریم.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

معادله خروجی ماشینهای dc

توان ایجاد شده بوسیله آرمیچر یک ماشین dc، را می توان از emf تولید شدهٔ آرمیچر و جریان آن، به صورت زیر بدست آورد :

$$P_a = \left(\frac{P}{a}\phi Zn\right)(I_a)\times ۱۰^{-۳} \qquad KW$$

با توجه به اینکه جریان هادی I_z، برابر است با I_a/a، معادله فوق را می توان به صورت زیر بازنویسی نمود:

$$P_a = (p\phi)(I_z Z)n\times ۱۰^{-۳}$$

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

عبارت (pf) در معادله فوق بارگذاری مغناطیسی کل می باشد و عبارت $(I_z Z)$ بارگذاری الکتریکی کل است. بنابراین، خروجی ماشین dc با حاصل ضرب بارگذاری های الکتریکی و مغناطیسی کل آن متناسب است .

با جایگذاری مقادیر (pf) و $(I_z Z)$ در معادلات مربوطه خواهیم داشت:

$$P_a = (\pi DLB_{av})(\pi Dac)n \times ۱۰^{-۳} \qquad kw$$

$$= (\pi^۲ B_{av} ac \times ۱۰^{-۳}) D^۲ Ln$$

$$= C_0 D^۲ Ln$$

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

C_0 به عنوان ضریب خروجی ماشین dc شناخته می شود :

$$C_0 = \pi^2 B_{av} ac \times 10^{-3}$$

نکات :

- P_a توان ایجاد شده توسط آرمیچر بوده و نباید با توان ماشین اشتباه شود.
- از آنجا که تلفات مکانیکی و آهنی در ماشینهای بزرگ نسبتاً کوچک می باشند، در مرحله محاسبه اولیه میتوان از آنها صرفنظر نمود.
- بین عملکرد موتوری و ژنراتوری باید تفاوت قائل شد.
- در ماشینهای کوچک، تلفات آهنی و مکانیکی نسبتاً بزرگ بوده و برای شروع می توان فرض نمود این تلفات تقریباً 30 درصد تلفات کل در بار کامل را تشکیل می دهند.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

معادله خروجی ماشینهای ac :

با فرض یک ماشین m فازه ، KVA ایجاد شده توسط آرمیچر، Q، را می توان از emf القاء شدهٔ آرمیچر، E_{ph}، و جریان فاز، I_{ph}، مطابق رابطه زیر بدست آورد

$$Q = m\left(\sqrt{۲}\,\pi f \phi T_{ph} K_{W}\right)\left(I_{ph}\right)\times ۱۰^{-۳}\ KVA$$

با توجه به اینکه: $f = \frac{pn_s}{۲}$ و $I_z = I_{ph}$ (چون در هر فاز فقط یک مدار وجود دارد) و $Z = ۲mT_{ph}$ معادله فوق را می توان به صورت زیر نوشت :

$$Q = \frac{\pi}{۲\sqrt{۲}}\left(p\phi\right)\left(I_z Z\right)n_s k_w \times ۱۰^{-۳}$$

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

با جایگذاری مقادیر $(P\phi)$ و $(I_z Z)$ از معادلات مربوطه داریم:

$$Q = \frac{\pi}{۲\sqrt{۲}}(\pi DLB_{av})(\pi Dac)n_s k_w \times ۱۰^{-۳}$$

$$= (۱/۱۱\pi^{۲} B_{av} ack_w \times ۱۰^{-۳}) D^{۲} Ln_s$$

$$= C_0 D^{۲} Ln_s$$

به طوری که:

$$C_0 = ۱/۱۱\pi^{۲} B_{av} ack_w \times ۱۰^{-۳}$$

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

عوامل مؤثر در اندازه ماشینهای دوار:

به طور کلی، قیمت یک ماشین با افزایش ابعادش افزایش می یابد.

با این حال، بعضی مواقع استفاده از اجزاء قابل دسترسی یک ماشین دست بالا طراحی شده نسبت به ساخت ماشینی با طراحی بهینه ابعاد که نیازمند ابزار جدیدی می باشد ارزان تر است.

در حقیقت، در محدوده های استاندارد شده، محدوده ای از خروجی ها با اندازه قاب یکسان و مشابه ساخته می شوند.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

می توان مشاهده نمود که ضریب خروجی ماشینهای دوار، C_o برابر است با:

(ماشین dc) $\frac{KW}{D^2 L n}$ (ماشین ac) $\frac{KVA}{D^2 L n_s}$

حجم قسمتهای فعال ماشین دقیقاً به $D^2 L$ بستگی دارد، و گشتاور نامی با $\frac{KVA}{n_s}$ یا $\frac{KW}{n}$ متناسب است. بنابراین، ضریب خروجی با گشتاور نامی در واحد حجم متناسب خواهد بود.

دانشگاه علم و صنعت ایران

انتخاب مفادیر بارگذاری

$$Q = C_0 D^2 L\, n_s$$

$$C_0 = ۱/۱۱\pi^{۲} B_{av} ack_w \times ۱۰^{-۳}$$

کاهش قیمت ماشین ← کاهش حجم ماشین ← افزایش ضریب خروجی

انتخاب حداکثری بارگذاریهای مغناطیسی و الکتریکی ← تاثیر نا مطلوب بر راندمان، افزایش دما، ضریب قدرت (موتور القایی) و کموتاسیون (ماشین dc)

همین منطق بر افزایش سرعت ماشین نیز حاکم میباشد.
اکنون در این بخش عوامل مشترک مورد بحث قرار می گیرند.

دانشگاه علم و صنعت ایران

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

سرعت

•از آنجا که حجم ماده فعال و کارامد در یک ماشین به طور معکوس با سرعت نامی اش تغییر می کند، لذا باید بالاترین نرخ سرعت عملی انتخاب شود.

محدودیتها در انتخاب سرعت موتور

•سرعت ماکزیمم با تنشهای مکانیکی در روتور محدود می شود.

•سرعت سنکرون یک ماشین ac با تعداد قطبها و فرکانس تغذیه (یا خط) مشخص می شود.

•در ماشینهای dc برای تعداد مشخصی از قطبها، فرکانس آرمیچر به طور مستقیم با سرعت روتور تغییر می کند. پس تلفات و توزیع آنها، از جمله عوامل محدود کننده سرعت میباشد.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

بارگذاری مغناطیسی ویژه :

بارگذاری مغناطیسی ویژه B_{av} چگالی شار ماکزیمم در قسمتهای آهنی، جریان مغناطیسی و تلفات هسته را تحت تأثیر قرار می دهد.

چگالی شار ماکزیمم:

چگالی شار ماکزیمم در بخشهای آهنی ماشین نباید از چگالی شار اشباع مواد به کار رفته بیشتر شود. در یک ماشینی که خوب طراحی شده، چگالی شار ماکزیموم در باریک ترین قسمت دندانه ایجاد می شود.

رابطه بین بارگذاری مغناطیسی ویژه و چگالی شار دندانه ها را می توان با مساوی قرار دادن شار کامل در دو طرف فاصله هوایی بدست آورد، بنابراین:

$$B_{av}\pi DL = B_t W_t LS \quad , \quad \frac{B_t}{B_{av}} = \frac{\pi D}{W_t S}$$

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

در ماشینهایی که از شیارهای مستطیل شکل با اضلاع موازی و دندانه های ذوزنقه ای استفاده شده، چگالی شار ماکزیمم در انتهای دندانه روتور (برای ماشینهای dc) و در قسمت نزدیک به فاصله هوایی دندانه استاتور (برای ماشینهای ac) ایجاد می شود.

نسبت چگالی شار دندانه ها B_t به بارگذاری مغناطیسی ویژه B_{av} در قسمتی که دندانه ها کمترین پهنا را دارند می تواند خیلی بزرگ باشد. بنابراین، در این ماشینها نسبت به ماشینهای بزرگ، با کمترین بارگذاری مغناطیسی ویژه طراحی می شوند. نسبت $\frac{B_t}{B_{av}}$ در ماشینهای 50 هرتز استاندارد معمولاً بین 2/5 و 3/5 می باشد.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

جریان مغناطیس کنندگی :

جریان مغناطیس کنندگی ماشین مستقیماً با mmf (نیروی محرکه مغناطیسی) لازم برای ایجاد شار بی باری در فاصله هوایی و قسمتهای آهنی ماشین، متناسب است.

Mmf لازم برای عبور شار در قسمتهای آهنی ماشین در مقایسه با فاصله هوایی، ناچیز بوده و قابل صرفنظر می باشد، مشروط بر اینکه: آهن اشباع نشده باشد.

mmf فاصله هوایی مستقیماً با بارگذاری مغناطیسی ویژه متناسب است. بنابراین، در نگاه اول می‌توان چنین فرض کرد که جریان مغناطیس کنندگی با بارگذاری مغناطیسی ویژه متناسب است.

مقدار جریان مغناطیس کنندگی معمولاً در ماشینهای سنکرون و dc باعث ایجاد محدودیت طراحی جدی نمی گردد. اما، مقادیر بارگذاری مغناطیسی ویژه در مورد ماشینهای القایی معمولاً پایین تر از مقادیر به کار گرفته شده برای ماشینهای سنکرون و dc می باشند.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

تلفات هسته :

تلفات هسته (یا آهنی) متشکل از دو مؤلفهٔ: تلفات هیسترزیس و جریان گردابی است. تلفات هیسترزیس به طور مستقیم با فرکانس و مربع چگالی شار تغییر می کند. تلفات جریان گردابی تقریباً با چگالی شار و مربع فرکانس متناسب است.

چگالی شار در قسمتهای آهنی یک ماشین به طور مستقیم با بارگذاری مغناطیسی ویژه متناسب است. بنابراین، عامل محدود کننده در انتخاب بارگذاری های مغناطیسی ویژه برای ماشینهای dc سرعت بالا و ماشینهای ac فرکانس بالا معمولاً تلفات هسته می باشد تا سطح اشباع ورقهای مغناطیسی.

بعنوان مثال، در موتورهای القایی مورد استفاده در هواپیما که فرکانس تغذیه آنها 400 است، برای نگهداشتن تلفات هسته در حد قابل قبول، بارگذاری مغناطیسی ویژه تقریباً نصف یا حتی کمتر از مقدار به کار رفته برای یک ماشین معادل که برای کار با فرکانس شبکه طراحی شده، خواهد بود.

دانشگاه علم و صنعت ایران

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

بارگذاری الکتریکی ویژه:

مشابه بارگذاری مغناطیسی ویژه، بهتر است بیشترین بارگذاری الکتریکی ویژه ممکن مورد استفاده قرار گیرد. عامل محدود کننده اصلی در انتخاب بارگذاری الکتریکی ویژه افزایش دمای ماشین است.

تلفات مسی در ماشین با مربع مقدار چگالی جریان در هادیهای ماشین متناسب است. بنابراین، انتخاب چگالی جریان هادی با افزایش دمای مجاز ماشین محدود می گردد.

ماکزیموم افزایش دمای مجاز یک ماشین از طریق نوع مواد عایقی به کار رفته در ماشین تعیین می شود. به طور مثال، مواد آلی کلاس A از قبیل: پنبه می توانند تا دمای حدود 105 درجه سانتی گراد را تحمل کنند، در حالی که مواد غیر آلی کلاس H مثل لایه های پلی استر ممکن است در دماهای بالاتر (حدود 180 درجه سانتی گراد) کار کنند.

بدیهی است که استفاده از مواد عایقی کلاس بالا در یک ماشین، همراه با خنک سازی بهبود یافته اجازه افزایش بارگذاری ویژه ماشین را خواهد داد.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

افزایش تعداد هادیها Z در یک ماشین نیازمند افزایش سطح شیارهاست به طوری که جا دادن همه هادیها ممکن گردد. سطح شیار را می توان با بکارگیری شیارهای عمیق، شیارهای عریض، یا ترکیبی از هر دو افزایش داد.

استفاده از شیارهای عمیق منجر به افزایش اندوکتانس پراکندگی شیار و mmf دندانه بیشتر می شود، و با عمق هسته ثابت، قطر بیرونی بزرگتر می شود. از طرف دیگر، استفاده از شیارهای عریض برای یک اندازه قاب داده شده، به دندانه های باریک منجر می شود. این امر راکتانس پراکندگی شیار را کاهش می دهد. اما نسبت چگالی شار دندانه ها به بارگذاری مغناطیسی ویژه افزایش می یابد و در خیلی از موارد، استفاده از مقدار کمتر برای جلوگیری از اشباع دندانه ها، لازم و ضروری خواهد بود.

عامل دیگری که لازم است تا هنگام انتخاب بارگذاری الکتریکی ویژه مورد بررسی قرار گیرد ولتاژ عملکرد ماشین می باشد. مواد عایقی در یک شیار در ماشین ولتاژ بالا (چند کیلوولت) نسبت به ماشین ولتاژ پایین فضای بیشتری را اشغال می کنند. این مسئله موجب می شود که ضریب اشغال شیار ماشین ولتاژ بالا کمتر از ضریب اشغال شیار ماشین ولتاژ پایین باشد. بنابراین، بارگذاری الکتریکی ویژه یک ماشین ولتاژ بالا عموماً کمتر از یک ماشین ولتاژ پایین تر با ظرفیت مشابه می باشد

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

طراحی مسی و آهنی :

- نشان داده شد که بارگذاری مغناطیسی ویژه، نیازهای مغناطیسی ماشین را مشخص می کند. مقدار بزرگ B_{av} و نیز افزایش mmf مغناطیسی و تلفات هسته، استفاده از دندانه های پهن را ایجاب می نماید.
- برای اندازه قاب معین، این مطلب به بهای استفاده از شیارهای باریک خواهد بود که تعداد هادیهای کمتری را در خود جای می دهند. بدین ترتیب بارگذاری الکتریکی ویژه (ac)، کاهش می یابد.
- بارگذاری های ویژه (مغناطیسی و الکتریکی) در داخل یک اندازه قاب معین، بر سر جا و فضا رقابت می کنند. افزایش یکی عموماً منجر به کاهش دیگری خواهد شد..
- در طراحی مسی حق تقدم بر جا دادن تعداد بیشتری از هادیها در شیارهای بزرگ به بهای استفاده از دندانه های تنگ و باریک داده می شود. بنابراین، چنین طراحی ای بر مبنای مقدار نسبتاً بزرگی از بارگذاری الکتریکی ویژه ac، و مقدار نسبتاً کوچکی از بارگذاری مغناطیسی ویژه پایه گذاری می شود. در یک طراحی آهنی کاملاً برعکس عمل می شود.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

- برای مثال، یک موتور پمپ سوخت هواپیما در حین عملکرد عادی خود در داخل نفت سفید قرار دارد، و این مسئله استفاده از چگالی جریان بسیار بزرگتری را نسبت به حالت عادی ممکن می سازد

- با توجه به فرکانس عملکرد بالا، طراح مایل خواهد بود تا برای محدود کردن تلفات هسته به یک مقدار قابل قبول، مقدار B_{av} کوچکی را مورد استفاده قرار دهد. بنابراین در این حالت خاص، ملزومات ناسازگار وجود نداشته و یک طراحی مسی قابل قبول خواهد بود.

- اگر مسئله طراحی مربوط به موتور القایی مورد استفاده در حوزه نفتی یک کشور گرمسیری باشد، مقدار بارگذاری الکتریکی ویژه کوچکی (طراحی آهنی) مورد استفاده قرار میگیرد.

- تحت شرایط کاملاً یکسان، با توجه به قیمت مس، طراحی آهنی احتمالاً ارزان تر از طراحی مسی است.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

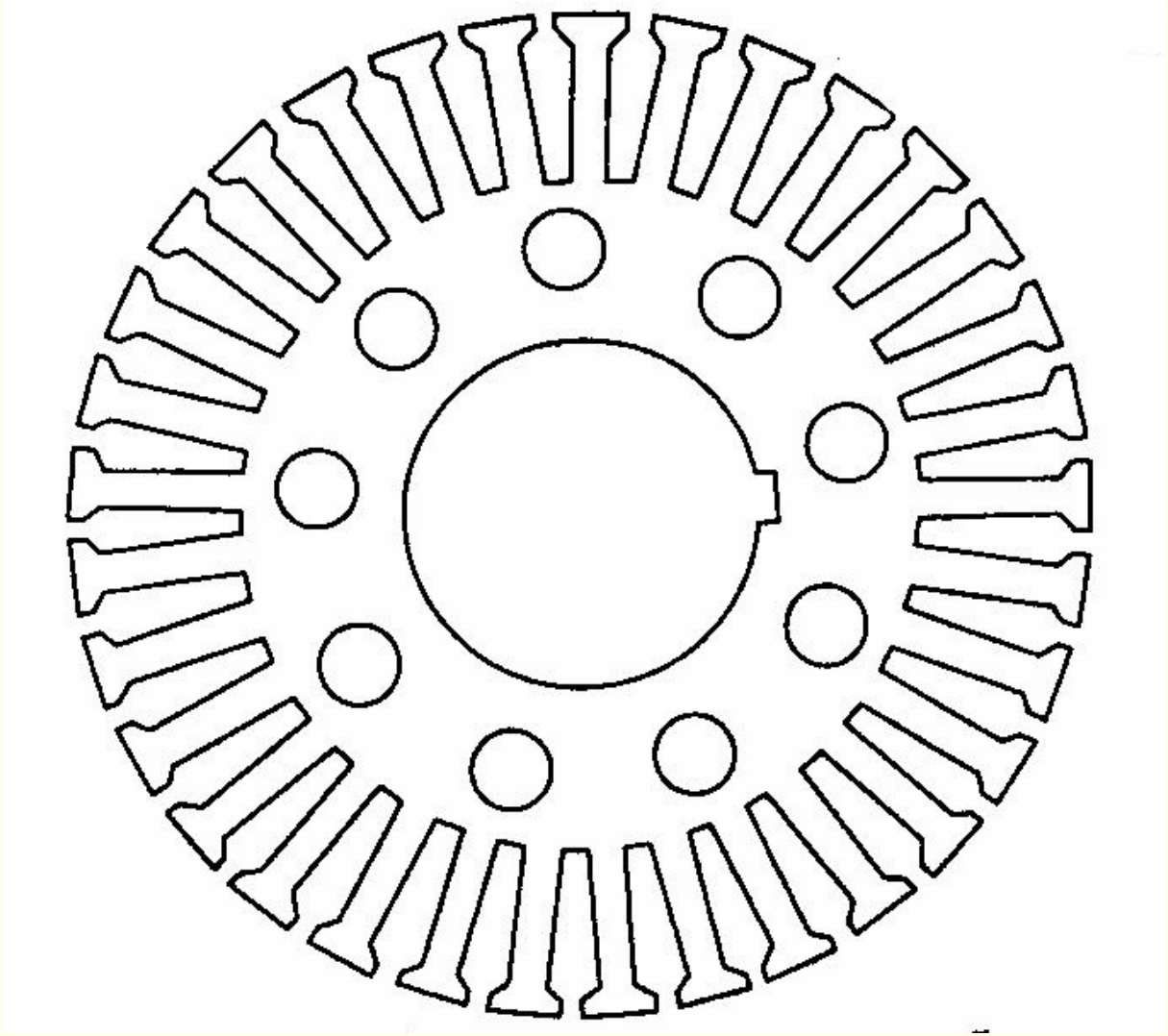
تغییر خروجی و تلفات با توجه به ابعاد ماشین :

برای کاهش تعداد متغیرها، اجازه دهید تا تعداد شیارها و قطبها، سرعت نامی و چگالی های جریان و شار را ثابت فرض کنیم. به عبارت دیگر، شکل هندسی ماشین ثابت است و اندازه آن با تغییر ابعاد خطی (D و L) به همان نسبت تغییر می کند.

باید توجه شود که ثابت فرض نمودن چگالی جریان، غیر واقعی است. چرا که اندازه ماشین تغییر می کند و این محدودیت بعداً برداشته می شود.

در این بحث تعداد هادیها ثابت است و تأثیر مقیاس بندی ماشین مشابه مقیاس بندی طول و قطر هادی به ترتیب به نسبت مستقیم با D و L سنجیده خواهد شد.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین



مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

از آنجا که چگالی های شار در قسمتهای آهنی ماشین ثابت فرض می شوند، چون اندازه ماشین متغیر است بارگذاری مغناطیسی ویژه تحت تأثیر مقیاس بندی قرار نخواهد گرفت.

جریان هادی به صورت حاصل ضرب چگالی جریان δ و سطح مقطع هادی a_z بیان شود. بنابراین معادله را می توان به صورت زیر بازنویسی کرد :

$$ac = \frac{(\delta a_z)Z}{\pi D}$$

از آنجا که سطح مقطع هادی a_z با D^2 متناسب است، بارگذاری الکتریکی ویژه (و ضریب خروجی) با D متناسب خواهند بود. بنابراین، برای چگالی های ثابت، قطر بزرگتر در یک ماشین بهره برداری کلی بهتری را به همراه خواهد داشت.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

در اینجا دو نوع ماشین مشابه با ابعاد متفاوت را مورد بررسی قرار میدهیم.

فرض می کنیم همه ابعاد خطی اولی (ماشین A) X برابر ابعاد خطی دومی (ماشین B) باشد.

از آنجا که D^2 متناسب با x^2 است، L متناسب با X بوده و بارگذاری الکتریکی ویژه (ac) متناسب با X می باشد، پس خروجی ماشین A، x^4 برابر خروجی ماشین B خواهد بود.

تلفات مسی ماشین را می توان با ضرب نمودن تعداد هادیها Z، و تلفات مسی هر هادی محاسبه نمود:

$$I^2R = Z \times (I_Z)^2 \rho \frac{L}{a_z} = (\delta^2 \rho)(Z a_z L)$$

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

بنابراین، تلفات مسی با حجم هادیها متناسب است. لذا تلفات مسی ماشین A، X^{3} برابر تلفات مسی ماشین B خواهد بود. تلفات آهنی ویژه (تلفات در واحد حجم) همانند چگالی های شار که ثابت فرض می‌شوند، ثابت می ماند. بنابراین، تلفات کل به اندازه توان سوم ابعاد خطی تغییر می کند، و تلفات کل ماشین A، X^{3} برابر تلفات ماشین B خواهد بود.

مقاومت حرارتی بین منابع گرما در شیارها و محیط خنک سازی، ، به طور کلی به هوا و عایق شیار وابسته است در صورتی که ضخامت عایق ثابت فرض شود، مقاومت با توان دوم مقیاس کاهش خواهد یافت:

$$R_{th} \propto \frac{1}{X^{2}}$$

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

مقدار افزایش دما، از ضرب کردن مقدار مقاومت و تلفات بدست می آید:

$$\Delta\theta \propto \frac{x^{3}}{x^{2}} \propto x$$

- بنابر این افزایش دمای ماشین A، X برابر افزایش دمای ماشین B خواهد بود.
- اما ، در یک تجزیه و تحلیل واقعی باید مقدار ثابتی برای افزایش دما در نظر گرفته شود.
- ثابت نگه داشتن افزایش دما، در حالی که مقیاس تغییر می کند موجب می شود که چگالی جریان، ، به طور معکوس با جذر ضریب مقیاس بندی X متناسب شود.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

این فرض واقعی تر در خصوص چگالی جریان موجب می شود که بارگذاری الکتریکی ویژه و ضریب خروجی، با جذر قطر (یا ضریب مقیاس بندی x) متناسب شوند

$$ac = \frac{(da_z)Z}{pD} \propto \sqrt{x}$$

برای افزایش دمای معین، خروجی و تلفات ماشین A به ترتیب $x^{3/5}$ و x^2 برابر مقادیر متناظر با ماشین B تخمین زده خواهد شد. با صرفنظر کردن از تلفات مکانیکی، راندمان را می توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\eta = \frac{\text{خروجي}}{\text{تلفات} + \text{خروجي}} \propto \frac{x^3\sqrt{x}}{x^3\sqrt{x} + Kx^2} \propto \frac{1}{1 + \frac{K}{x\sqrt{x}}}$$

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

$$\eta = \frac{\text{خروجي}}{\text{تلفات} + \text{خروجي}} \propto \frac{x^{۳}\sqrt{x}}{x^{۳}\sqrt{x} + Kx^{۲}} \propto \frac{۱}{۱ + \frac{K}{x\sqrt{x}}}$$

معادله فوق نشان می دهد که راندمان با افزایش ابعاد خطی افزایش می یابد. این امر قابل قبول است چرا که موتورهای زیر کیلو وات دارای راندمان 60 درصد بوده در حالی که آلترناتورهای بزرگ راندمان بالای 97 درصد را دارند.

دانشگاه علم و صنعت ایران

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

تفکیک D و L:

مقدار D^2L را می توان با استفاده از معادلات خروجی ماشینهای dc و ac محاسبه کرد. قدم بعدی در محاسبه، تفکیک این حاصل ضرب به مؤلفه های D و L می‌باشد.

هم بارگذاری الکتریکی ویژه و هم ضریب خروجی هر دو با جذر قطر فاصله هوایی، D، متناسب اند. بنابراین در اغلب موارد، طراحی با قطر بزرگ و طول هسته کوچک، مزایای عمده ای را در بر خواهد داشت. باید توجه نمود که چنانچه قطر افزایش یابد، گام قطب (و طول اتصالات انتهایی) افزایش می یابد. بدیهی است که برای نسبت $\frac{L}{D}$ یک حدی وجود دارد به طوری که تحت آن حد، مقاومت ناحیه انتهایی، تلفات، شار و شرط خنک سازی، مزیت طراحی با قطر بزرگ را متعادل می کنند.

تفکیک D و L:

بعضی از عواملی که مقادیر مربوط به D و L را تحت تأثیر قرار می دهند بین همه انواع ماشینها مشترک می باشند و بعضی عوامل فقط مربوط به انواع خاصی از ماشینها هستند که متعاقبا به آن خواهیم پرداخت.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

قابهای استاندارد:

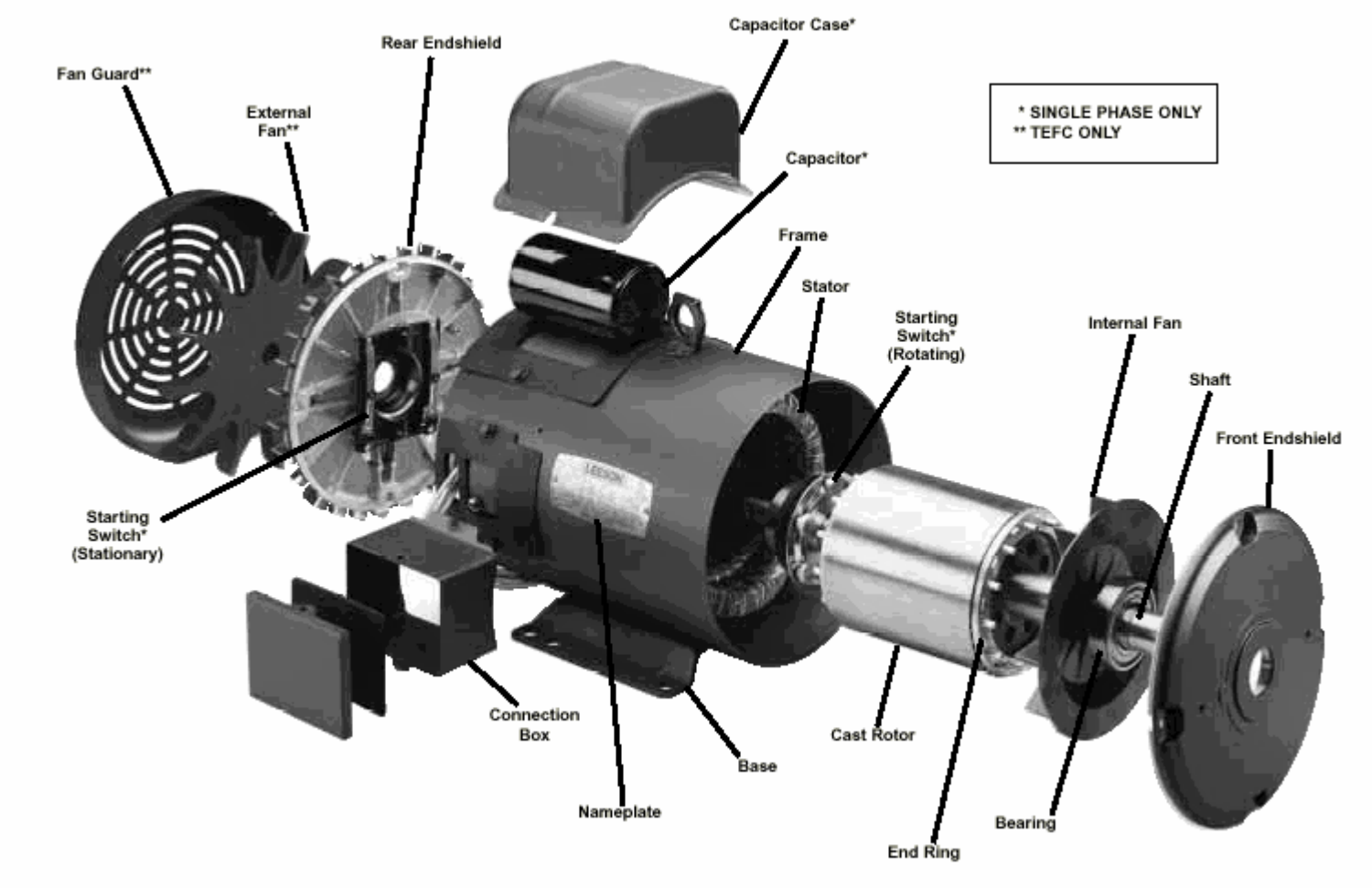
صرفنظر از ماشینهای مخصوص، تولید موتورها برای کاربردهای صنعتی بر اساس قابهای استاندارد متمرکز می شود

قاب، ساختارمکانیکی است که استاتوری با قطر معین به همراه یاتاقانها ، فن خنک کننده (اگر به کار رفته باشد)، درپوش های انتهایی و جعبه اتصال ترمینال در آن جای می گیرند.

همه موتورهای کوچک و متوسط براساس اندازه های قاب ارائه شده در استاندارد IEC 72، 1971 و پیشنهادهای اصلاحی (1977 و 1981) ساخته می شوند.

اگر چه موضوع استاندارد سازی به منظور قابلیت تعویض ماشینهای ساخته شده توسط کارخانجات مختلف سراسر جهان صورت می گیرد، اما این امر به علت اختلاف میان ولتاژهای استاندارد ملی محدود می گردد.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین



مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

برای مثال، به وضعیت ولتاژ و فرکانس شبکه در بخشهای مختلف دنیا توجه کنید :

ولتاژ تغذیه در انگلیس، استرالیا و زلاندنو 240/415 V و فرکانس 50 Hz است،

ولتاژ استاندارد قاره اروپا 220/380 V و فرکانس 50 Hz است.

در آمریکای شمالی ولتاژ استاندارد 120/208 V و فرکانس 60 Hz می باشد.

سیستم استاندارد پاکستان و هند برای ولتاژ 230/400 V و فرکانس 50 Hz است،

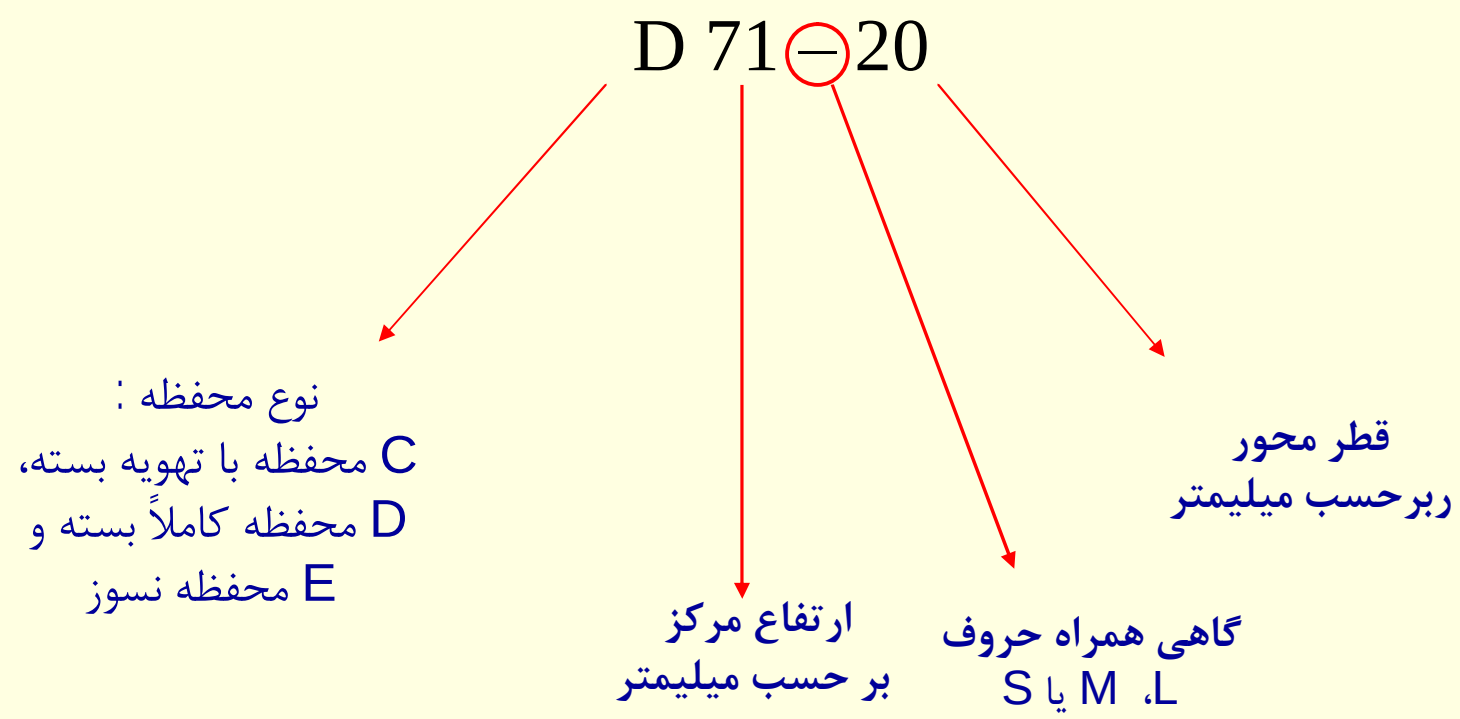
ودر مکزیک سیستم ولتاژ 127/220 V و فرکانس 60 Hz اتخاذ شده است.

اکثر کشتیها و تأسیسات ساحلی در فرکانس 60 Hz و با ترکیبی از سطوح ولتاژ ذکر شده فوق کار می کنند.

دانشگاه علم و صنعت ایران

مواد مهندسی برق

برای ماشینهای مستقر بر پایه، ارتفاع مرکز ماشین که برحسب میلیمتر بیان می شود، اندازه قاب یا شماره قاب را تعیین می کند.براساس استاندارد اندازه قاب با دو عدد که خط فاصله بین آنهاست و یک حرف قبل از آنها شناخته می شود. این سیستم مشتمل بر 400 اندازه قاب می باشد.



نامگذاری قاب ماشینها:

تغییر طول هسته اجازه می دهد که از طریق یک قاب، دو یا چند ظرفیت متفاوت ایجاد گردد.

هنگامی که بیش از یک طول هسته مورد استفاده قرار می گیرد، شماره قاب شامل ارتفاع مرکز ماشین همراه با یک حرف خواهد بود که این حرف نشان دهنده طول هسته است.

برای مثال، یک موتور 4 قطبی 1/5کیلووات قطر فاصله هوایی برابر با 80 میلیمترو طول هسته 100 میلیمتر را خواهد داشت($L/t = 1/59$). با کاهش طول هسته این ماشین به 75 میلیمترو استفاده از همان ورقه ها، خروجی ای در حدود 1/1 کیلووات بدست خواهد آمد. ارتفاع مرکز محور هر دو ماشین یکسان خواهد بود. قابهای L 90(بلند) و S 90 (کوتاه) به ترتیب برای خروجی های 1/5 و 1/1 کیلووات مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

دانشگاه علم وصنعت ایران

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

- استانداردها اساساً به موتورهای القایی ac مربوط می شوند،و ابعاد ماشینهای dc به طور کلی استاندارد نشده اند.

ظرفیتهای استاندارد شده

ظرفیتهای پیشنهاد شدهٔ IEC برحسب کیلووات برای ماشینهای مورد بررسی عبارتند از: 0/06، 0/09، 0/12، 0/18، 0/25، 0/37، 0/55، 0/75، 1/1، 1/5، 2/2، 3/7، 5/5، 7/5، 11، 15، 18/5، 22، 30 و 37

این 20 ظرفیت مختلف تنها با یازده قاب استاندارد می توانند فراهم شوند، که استاتورهای کوتاه، متوسط و بلند برای بعضی از آنها مورد استفاده قرار می گیرد.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

جداول مربوطه محدوده انتخاب شدهٔ ظرفیت های استاندارد را به اندازه های قاب مربوط می سازند، و مقادیر قطر فاصله هوایی (D) و طول هسته (L) را برای موتورهای سه فاز استاندارد که با تعداد قطبهای 2، 4، 6 و 8 طراحی شده اند، ارائه می کنند.

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

جدول 3-2 شماره های قاب، خروجی ها و ابعاد اصلی موتورهای سه فاز 2 قطب استاندارد

Frame no.	kW	D (mm)	L (mm)
56-15	0/09	40	45
56-15	0/12	40	55
63-18	0/18	45	45
63-18	0/26	45	60
71-20	0/37	55	50
71-20	0/55	55	65
80-25	0/75	62	60
80-25	1/1	62	80
90S30	1/5	70	75
90L30	2/2	70	100
100L36	3/0	80	90
112M38	4/0	90	110
132S50	5/5	110	90
132S50	7/5	110	120
160M55	11	135	130
160M55	15	135	180
160L55	18/5	135	215
180M65	22	150	190
200L75	30	170	200
200L75	37	170	250

مفاهیم کلی و محدودیتهای طراحی ماشین

جدول 3-3 شماره های قاب، خروجی ها و ابعاد اصلی موتورهای سه فاز 4 قطب استاندارد

Frame no.	kW	D(mm)	L(mm)
56-15	0/06	45	45
56-15	0/09	45	55
63-18	0/12	50	45
63-18	0/18	50	60
71-20	0/25	62	50
71-20	0/37	62	65
80-25	0/55	70	60
80-25	0/75	70	80
90S30	1/1	80	75
90L30	1/5	80	100
100L36	2/2	90	90
100L36	3/0	90	120
112M38	4/0	103	140
132S50	5/5	125	125
132M50	7/5	125	170
160M55	11	150	160
160L55	15	150	215
180M65	18/5	170	200
180L65	22	170	240
200L75	30	190	250