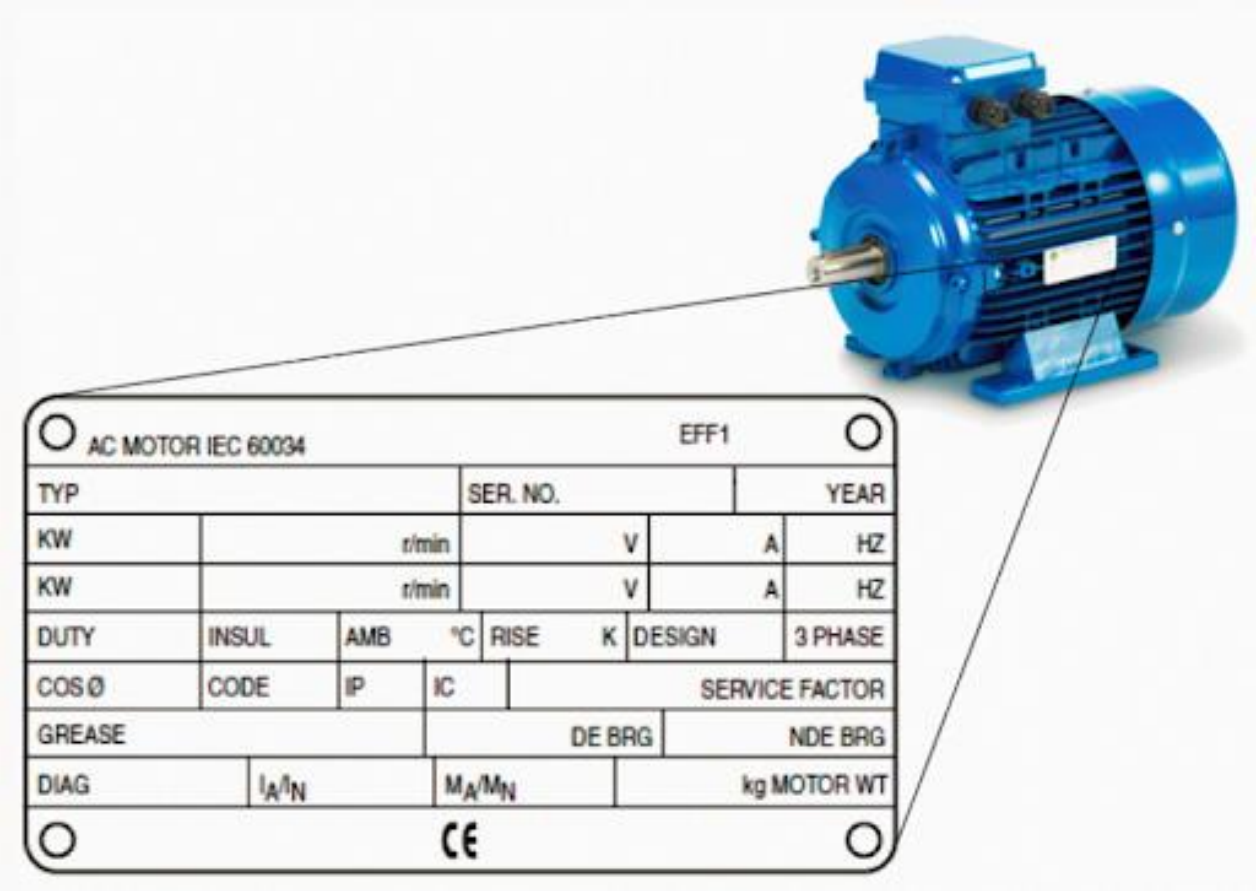
به نام خدا

پلاک خوانی الکتروموتورهای القایی

Name plate readings of induction motro



Power Plant Academy

آکادمی نیروگاه

www.powerplantac.com

فهرست مطالب :

عنوان	صفحه
مقدمه	۲
معرفی پلاک های الکتروموتور	۲
۱- تعداد فاز ورودی (PHASE)	۵
۲- مدل یا سریال موتور (MODEL / SERIAL NUMBER)	۵
۳- شماره سفارش (ORDER NUMBER)	۵
۴- نوع موتور (TYPE)	۵
۴-۱- درجه حفاظت (IP code)	۶
۴-۲- مشخصات رایج ترین نوع بدنه های استاندارد NEMA	۶
۴-۳- مکانهای خطرناک تعریف شده توسط National Electric Code (NFPA-70)	۹
۵- توان خروجی الکتروموتور (output power)	۱۰
۶- فرکانس کاری (frequency)	۱۰
۷- ولتاژ نامی الکترو موتورها (voltage)	۱۱
۸- نحوه اتصال الکتروموتور یا نمودار اتصال ولتاژ (voltage connection diagrams)	۱۱
۹- جریان نامی (full load amper rating)	۱۲
۱۰- جریان راه اندازی الکتروموتور (STARTING CURRENT)	۱۳
۱۱- ضریب توان : (POWER FACTOR)	۱۴
۱۲- کلاس طراحی (design letter)	۱۴
۱۲-۱- تقسیم بندی کلاس طراحی استاندارد الکتروموتور القایی	۱۴
۱۳- ضریب سرویس دهی (SERVICE FACTOR)	۱۵
۱۴- حداکثر دمای محیط (Maximum Ambient Temperature)	۱۶
۱۵- کلاس عایقی دمای موتور (CLASS INSULATION)	۱۶
۱۶- مشخصات خازن (CAPACITOR)	۱۷
۱۷- تعداد قطب سیم بندی (POLE)	۱۷
۱۸- سرعت چرخش روتور (SPEED)	۱۸
۱۹- رژیم کاری یا مدت زمان کارکرد موتور (DUTY CYCLE)	۱۸
۲۰- بازده (Efficiency)	۲۳
۲۱- گشتاور (TORQUE)	۲۴
۲۲- ابعاد بدنه (FRAME SIZE)	۲۴
۲۳- مشخصات بلبرینگ ها (bearings)	۲۶
منابع	۲۶

Power Plant Academy

www.powerplantac.com

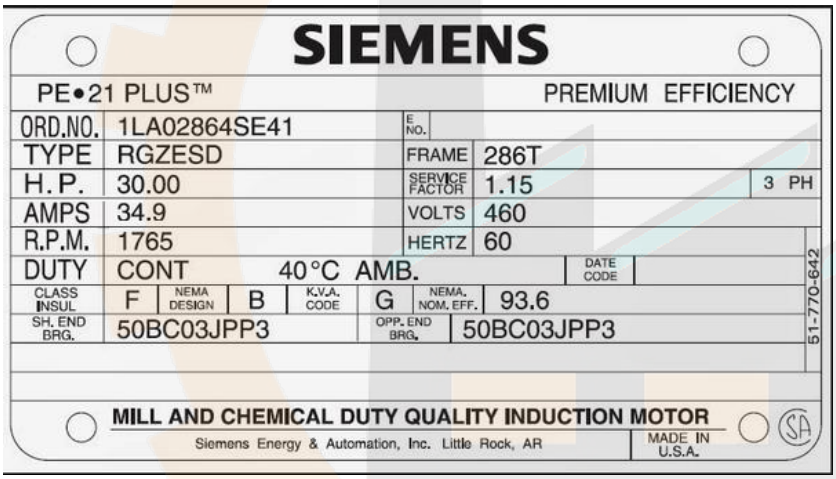
مقدمه :

بر روی اکثر الکتروموتورهای موجود در صنعت پلاک مشخصات مرتبط با آن موتور الکتریکی نصب شده است و این پلاک مشخصات نشان دهنده هویت و کلیه رفتارهای فیزیکی و مکانیکی موتور می باشد. بنا بر این یکی از عوامل مهم در الکتروموتورها دانش خواندن پلاک مشخصات می باشد. بدیهی است که در صورت داشتن اطلاعات دقیق از یک الکتروموتور می توان یک انتخاب بهینه بهمراه عملکردی مناسب با طول عمر بیشتری را شاهد بود. لذا بسیار ضروری است که مهندسان و تکنسین ها و متخصصان فعال در این رشته، بتوانند فهم بهتری از مشخصات نوشته شده بر روی پلاک الکتروموتورها داشته باشند. بنابراین در این مقاله سعی شده است اطلاعات مفید و عملی در این زمینه جمع آوری و خدمت شما همکاران گرامی ارئه گردد.

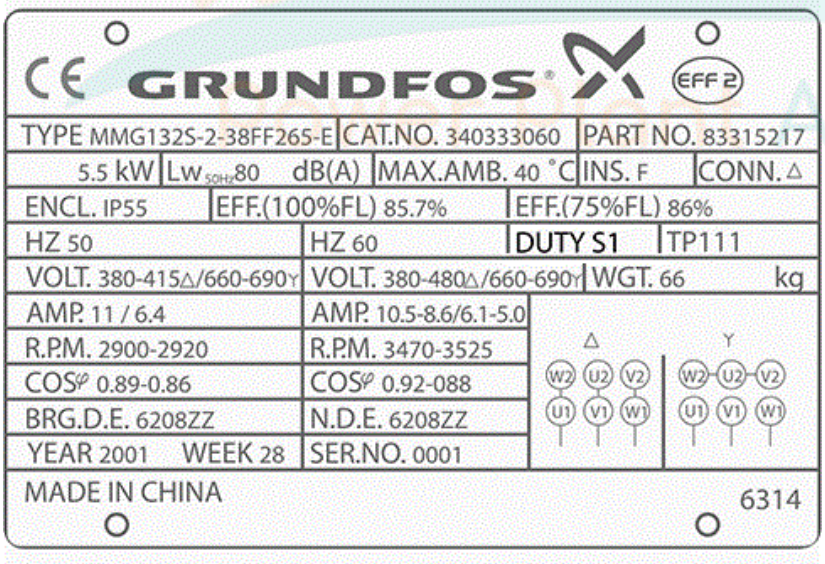
معرفی پلاک های الکتروموتور :

کلیه موتور های الکتریکی دارای پلاک مشخصات اسمی هستند که تمام داده های الکتروموتور را در اختیار ما قرار می دهد و اطلاعات بیشتر معمولا در کاتالوگ یا سایت شرکت سازنده موجود می باشد. در ادامه چند نمونه پلاک الکتروموتور از برندهای مختلف نمایش داده می شود و سپس به تشریح هر مشخصه می پردازیم.

به صورت کلی مشخصات موتور بر اساس دو استاندارد بر روی پلاک موتورها درج می شود این دو استاندارد IEC و NEMA هستند که استاندارد IEC بین المللی و استاندارد NEMA مربوط به آمریکای شمالی و کانادا می باشد.

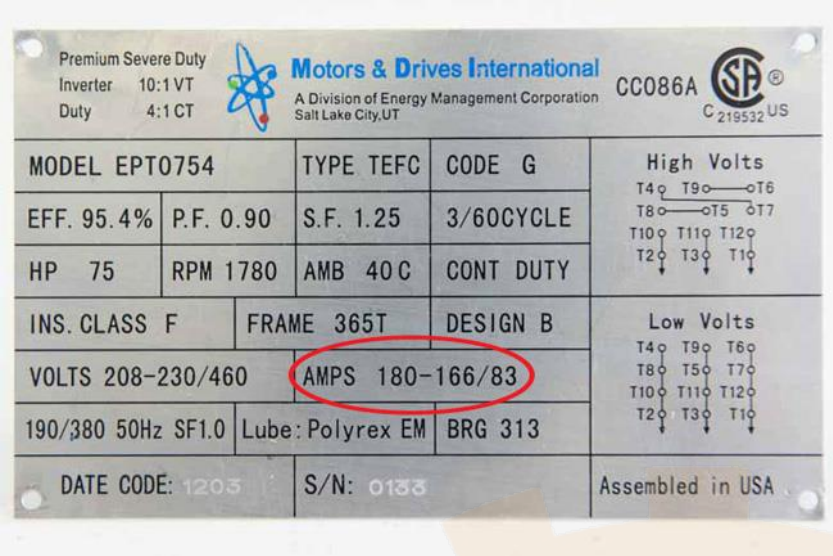


شکل ۱ -۱



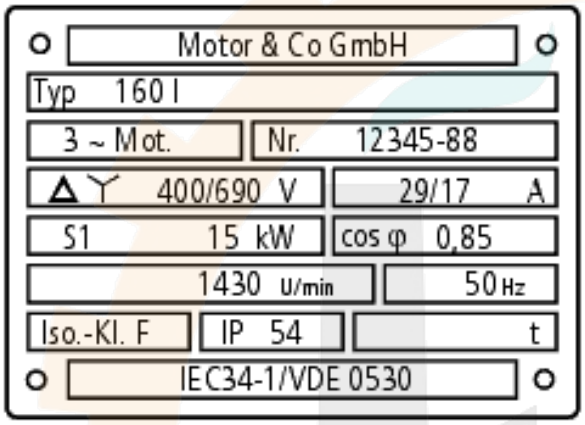
شکل ۱ – ۲

www.powerplantac.com



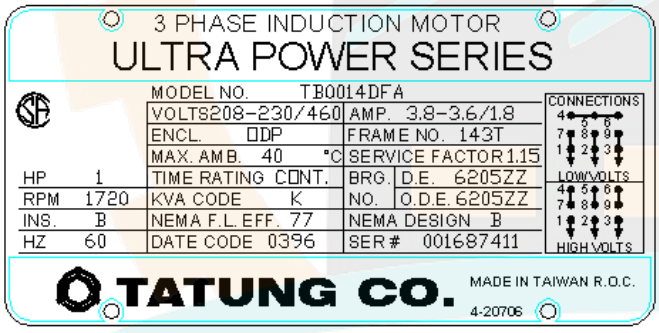
شکل ۱ – ۳

شکل ۱ – ۴



شکل ۱ - ۵

شکل ۱ – ۶



شکل ۱ - ۷

همانطور که مشاهده می شود طریقه پلاک نویسی اکثر برند ها متفاوت می باشند ولی در مجموع اطلاعات اساسی را در اختیار کاربر قرار می دهند.

معمولا بالا یا پایین پلاک ها نام و لوگو شرکت و در قسمت های مختلف دیگر نام کشور سازنده و سال تولید و برخی اطلاعات مربوط به شرکت سازنده نوشته می شود. در شکل ۱-۱ پلاک الکتروموتور مربوط به شرکت زیمنس یا در شکل ۱-۴ این الکترو موتور مربوط به شرکت موتوژن تبریز مربوط به سال ۱۳۹۷ می باشد.

اطلاعات موجود در پلاک را می توان به سه بخش کلی تقسیم نمود : مشخصات ورودی الکتریکی – مشخصات مکانیکی خروجی – ساختار و شرایط نصب

www.powerplantac.com

۱- تعداد فاز ورودی (PHASE)

Induction motor به معنای موتور القایی می باشد و تعداد فازهای ورودی را با PH نشان می دهند. البته اکثر پلاک ها عبارات 3-phase _ 3-ph _ three phase به معنای الکتروموتور سه فاز و همچنین 1-phase _ single phase به معنای الکتروموتورتک فاز نشان می دهند. بر روی همه پلاک ها تعداد فاز ورودی نوشته می شوند.

برای مثال در شکل۱-۴ در ردیف اول 3 PH را نوشته که بیانگر موتور سه فاز است.

۲- مدل یا سریال موتور (MODEL / SERIAL NUMBER):

در این قسمت شماره مدل یا سریال تولیدی الکتروموتور نوشته می شود که این مدل مربوط به شرکت سازنده است. در صورتی که برخی از مشخصات پلاک ناخوانا شده باشند، می توانید با وارد کردن این سریال در سایت شرکت سازنده موتور به کلیه مشخصات این موتور دست پیدا کنید. در شکل ۱-۱ در ردیف اول (pe.21 plus) مدل شرکت سازنده است. بر روی پلاک ها معمولا با MODEL NO. _ SERIAL NO. _ SER.NO. نشان داده می شود و امکان دارد برخی برند ها این مشخصه را نداشته باشند.

۳- شماره سفارش (ORDER NUMBER)

برای سفارش الکتروموتور یا قطعات آن از شرکت سازنده نیاز به این شماره سفارش می باشد. در برخی برند ها این مشخصه را با شماره کاتالوگ (catalog number) هم معرفی می کنند. بر روی پلاک ها معمولا با CAT.NO. _ ORD.NO. نشان می دهند.

۴- نوع موتور (TYPE)

مشخصه خیلی مهمی که باید مورد توجه قرار گیرد نوع موتور یا همان نوع بدنه الکتروموتور می باشد. در شکل ۱-۱ نوع موتور RGZESD می باشد که این یک کد اختصاصی برای شرکت سازنده است و با رجوع به کاتالوگ یا جستجوی این کد به همراه نام شرکت سازنده در اینترنت به همه مشخصات مکانیکی و الکتریکی که امکان دارد حتی بر روی پلاک موتور هم نوشته نشده باشد دست پیدا کنید. مانند نوع نصب و شرایط نصب و محیط های کاری و ...

همچنین در شکل ۱-۴ نوع بدنه (TYPE) با کد اختصاصی 80-4B نشان داده است. این پلاک بر اساس استاندارد IEC نام نویسی شده است و برای مشخص شدن نوع موتور نیز می توان با رجوع به سایت شرکت سازنده (موتوژن تبریز) به کلیه مشخصات بدنه و طریقه نصب این موتور دست پیدا کرد.

در برخی برندها به جای type نوع بدنه را با ENCL. (ENCLOSURE TYPE) می نویسند. معمولا TYPE یا ENCL نوع بدنه را از نظر روش خنک کاری الکتروموتور و حفاظت در برابر رطوبت ،گرد و غبار ، اجسام و شرایط محیطی نصب مشخص می کند . که این ویژگی ها به روش های مختلفی بیان می شود.

در شکل ۱-۲ مشاهده می شود که نوع بدنه (ENCL) را با کد IP55 نشان داده است . این کد تنها بیانگر درجه حفاظت بدنه موتور در برابر نفوذ آب و اجسام می باشد.

www.powerplantac.com

۴-۱- درجه حفاظت (IP code) : اصطلاحی در استاندارد IEC است که بر اساس آن نفوذ پذیری محفظه‌های تجهیزات الکتریکی را در برابر اجسام و مایعات به صورت کدهای استانداردی با دو حرف IP در کنار یک عدد دو رقمی نشان می دهد.

رقم اول (دهگان) که بین ۰ تا ۶ است سطح حفاظت در برابر جسم سخت خارجی و گرد و غبار و نیز حفاظت افراد را مشخص می‌کند. رقم دوم (یکان) بین ۰ تا ۸ است و میزان حفاظت را در برابر نفوذ آب (و نه هیچ مایع دیگر) مشخص می‌کند. هر چه این رقم‌ها بیشتر باشند میزان حفاظت بیشتر است. که به صورت جداول زیر است.

رقم دوم	مفهوم
۰	حفاظت نشده
۱	حفاظت در برابر قطرات آب ناشی از رطوبت هوا که به صورت عمودی به چراغ بخورد
۲	حفاظت در برابر چکیدن قطرات آب، حداکثر واویهٔ چراغ ۱۵ درجه با محور قائم
۳	حفاظت در برابر چکیدن قطرات آب، حداکثر واویهٔ چراغ ۶۰ درجه با محور قائم
۴	حفاظت در برابر ترشح آب از هر سمت
۵	حفاظت در برابر نفوذ آب از طریق نازل از یک سمت
۶	حفاظت در برابر پاشش آب و برخورد با آب متلاطم
۷	حفاظت در برابر فرو رفتن در آب برای مدت زمان معین و فشار مخصوص
۸	حفاظت کامل در برابر فرو رفتن در آب برای مدت زمان نا معین و فشار مشخص

جدول ۴-۱

رقم اول	مفهوم
۰	حفاظت نشده
۱	حفاظت در برابر اشیای خارجی با قطر بیش از ۵۰ mm
۲	حفاظت در برابر اشیای خارجی با قطر بیش از ۱۲ mm
۳	حفاظت در برابر اشیای خارجی با قطر بیش از ۲/۵ mm
۴	حفاظت در برابر اشیای خارجی با قطر بیش از ۱ mm
۵	حفاظت در برابر ورود گرد و غبار تا حدی که مانع کار عادی آن نشود.
۶	حفاظت کامل در برابر ورود گرد و غبار

جدول ۴-۲

به عنوان مثال در شکل ۴-۱ درجه حفاظت IP54 که مربوط به پلاک موتور شرکت موتوژن است. (۵)به این معنی می باشد که موتور در برابر ورود گرد و غبار تا حدی که مانع کار عادی نشود حفاظت شده و همچنین (۴) یعنی موتور در برابر ترشح آب از هر سمت حفاظت شده است.

با توجه به شکل ۱-۳ خواهید دید در برخی برند ها که براساس استاندار NEMA پلاک نویسی شده است ، نوع بدنه الکتروموتور(TYPE) را با کد TEFC نشان داده است. یا در شکل ۱-۷ نوع بدنه (ENCL) را با کد ODP نشان داده است. بر اساس استاندارد NEMA نوع محفظه یا بدنه الکتروموتور ها از لحاظ نوع خنک کاری و حفاظت در مقابل مایعات و اجسام و همچنین محیط هایی که الکتروموتورها می توانند مورد استفاده قرار گیرند، به دسته های مختلفی تقسیم بندی می شوند و هر کدام به صورت یک کد مشخص می شود. در این قسمت به تشریح برخی از مهمترین و پر کاربردترین کدها می پردازیم.

۴-۲- مشخصات رایج ترین نوع بدنه های استاندارد NEMA:

- **Open Drip Proof (ODP)**

در این نوع بدنه سیم پیچ های موتور از طریق گردش طبیعی هوا خنک می شوند و حفاظت در برابر چکیدن قطرات مایعات حداکثر تا زاویه ۱۵ درجه با محور عمودی را دارا می باشد.

کاربرد این موتور معمولا در محیط های خشک و نسبتاً تمیز می باشد.

شکل ۴-۱

www.powerplantac.com

- Totally Enclosed Fan Cooled (TEFC)

در این نوع بدنه از جابجایی هوا از محفظه داخل به بیرون الکتروموتور جلوگیری شده است، اما به این معنی نیست که به هیچ عنوان هوا عبور نکند. به انتهای شفت روتور یک پروانه متصل شده که در حین کار باعث خنک کاری بدنه الکتروموتور می گردد. همچنین بر روی بدنه شیارهایی برای خنک کاری بهتر الکتروموتور تعبیه شده است. ضمناً هیچگونه حفاظتی در مقابل مایعات ندارد.

نکته : این الکتروموتور نباید در کمتر از ۲۰ درصد سرعت نامی کارکند.

شکل ۴-۲

پر کاربردترین موتورالکتریکی در صنعت همین نوع TEFC می باشد و برای مصارف های عمومی، فن ها، دمنده ها ، کمپرسورها با اتصال به درایو یا مستقیم استفاده می شود. و قابل استفاده در محیط های داخلی و خارجی و آلوده می باشد.

- Totally Enclosed Non-Ventilated (TENV)

این نوع بدنه مانند TEFC می باشد. اما هیچ پروانه خنک کننده ای ندارد و برای خنک کاری به قاعده ای متکی است که در صورت افزایش دما پره هایی باز شده و از طریق گردش طبیعی هوا سیم پیچ ها خنک می شود.

همچنین ضد آب نیست و برای مصارف در معرض آلودگی و رطوبت مناسب هستند اما برای مکانهای بسیار مرطوب و خطرناک (انفجاری) مناسب نیست.

شکل ۴-۳

- **Totally Enclosed Blower Cooled (TEBC)**

خنک کاری این نوع بدنه از طریق یک بلوور که در پشت بدنه موتور قرار گرفته انجام می گردد. و مستقل از سرعت چرخش موتور می باشد.

این نوع همانند دو مدل قبلی می تواند برای مصارف های عمومی در محیط های بیرونی و داخلی مورد استفاده قرار گیرد. و در پروسه هایی که امکان دارد بازه تغییر سرعت متفاوتی داشته باشد و در سرعت های پایین چرخش داشته باشد مورد استفاده قرار گیرد.

شکل ۴-۴

www.powerplantac.com

- **Totally Enclosed Air Over (TEAO)**

این نوع بدنه برای کاربرد در فن ها و بلوور ها طراحی شده و خنک کاری توسط فن های متصل شده به شافت انجام میگردد. هیچگونه حفاظتی در مقابل مایعات ندارد.

نکته: الکتروموتور حتما باید درون جریان هوای فن نصب گردد تا پروسه خنک کاری انجام شود.

شکل ۴-۵

- **Totally Enclosed Wash Down (TEWD)**

این نوع بدنه به طور کامل در برابر شستشو با فشار بالا و رطوبت زیاد مقاومت می کند.و برای کلیه کاربرد هایی که در معرض پاشش مایعات و رطوبت است استفاده می گردد. همچنین کلیه کاربری های مربوط به مدل های TEFC,TEAO,TENV را پوشش می دهد. اما برای محیط های خطرناک مناسب نیست.

شکل ۴-۶

- **Explosion-proof enclosure (EXPL)**

این نوع بدنه کاملا محصور می باشد و به گونه ای طراحی شده که در برابر جرقه یا آرک زدن به محیط خارجی موتور مقاومت میکند و در محیط های انفجاری و گاز های قابل احتراق استفاده می شود. معمولا در صنایع پتروشیمی و نفت و گاز بکارگرفته می شود.

نکته : برای بهره برداری ایمن از این نوع موتور باید حداکثر دمای کارکرد الکتروموتور کمتر از دمای احتراق گازهای اطراف و محیط باشد.

شکل ۴-۷

www.powerplantac.com

- **Hazardous Location (HAZ)**

این بدنه برای محیط هایی که خیلی خطر آفرین می باشند مورد استفاده قرار می گیرد.

این نوع الکتروموتورها مورد استفاده در طبقه بندی ها و گروه های مشخص شده خطر آفرین طبق قوانین NFPA-70 می باشد. که در ۳ کلاس و ۷ گروه تقسیم می شوند.

شکل ۴-۸

۴-۳- مکانهای خطرناک تعریف شده توسط National Electric Code (NFPA-70)

مکانهای خطرناک در سه کلاس تقسیم شده و هر کلاس دارای گروه های مختلف است.

1) CLASS I

Group A اسیتیلن

Group B بوتادین ، اتیلن اکسید ، هیدروژن ، پروپیلن اکسید ، تولید گازهای بیش از ۳۰ درصد حاوی هیدروژن

Group C ستالدهید ، سیکلوپروپان ، دی اتیل اتر ، اتیلن.

Group D استون ، آکریلونیتریل ، آمونیاک ، بنزن ، بوتان ، اتانول ، دی اتیلن دی کلرید ، بنزین ، هگزان ، ایزوپرن ، متان (گاز طبیعی) ، متانول ، نفتا ، پروپان ، پروپیلن ، استایرن ، تولوئن ، وینیل استات ، وینیل کلرید ، زایلن

2) CLASS II

Group E آلومینیوم ، منیزیم و سایر گرد و غبارهای فلزی که دارای خصوصیات مشابه هستند

Group F کربن سیاه ، کک یا زغال سنگ.

Group G آرد ، نشاسته گرد و غبار گرد و غبار.

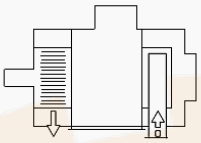
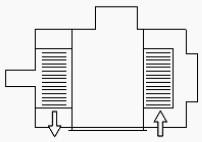
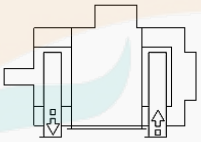
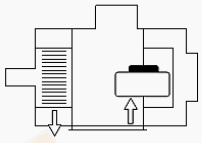
3) CLASS III

الیاف هایی که به راحتی قابل اشتعال هستند. مانند آریون ، پنبه ، سیزال ، شاهدانه ، فیبر کاکائو ، بلوط و سایر مواد عالی با ماهیت مشابه.

Power Plant Academy

www.powerplantac.com

همچنین در استاندارد IEC هم الکتروموتورها براساس نوع خنک شوندگی دارای یک تقسیم بندی می باشند. در جدول زیر چند نمونه الکتروموتور ها را نشان می دهد که از لحاظ خنک شوندگی در انواع مختلفی طراحی شده اند. به طور معمول ، روش خنک کنندگی مطابق با استاندارد بین المللی IEC نشریه 34-6 بیان شده است. شکل زیر کدهای IC که مخفف International Cooling است را نشان می دهد.

IC01 **Self-ventilated** The inside of the motor is cooled directly by the surrounding air		IC17 **Externally ventilated** Motor with built-on fan for cooling air input	
IC06 **Externally ventilated** Motor for separate cooling air input		IC37 **Externally ventilated** Motor for separate cooling air output and separate cooling air input	

شکل ۴-۱۰

۵- توان خروجی الکتروموتور (output power)

بر روی همه پلاک ها توان خروجی نوشته شده است. در پلاک نویسی هایی که بر اساس استاندارد NEMA می باشند توان خروجی برحسب HP (horsepower) اسب بخار نوشته می شود. و در پلاک نویسی هایی که بر اساس استاندارد IEC می باشند توان خروجی برحسب W وات یا KW کیلو وات می باشند. بنابر این بر روی پلاک ها توان خروجی را با KW یا HP نشان می دهند.

هر اسب بخار تقریبا برابر با ۷۴۶ وات می باشد.

۶- فرکانس کاری (frequency)

در آمریکای شمالی ، فرکانس استاندارد معمولاً ۶۰ هرتز می باشد. و در خارج از آمریکای شمالی ،فرکانس استاندارد معمولاً ۵۰ هرتز است. برخی از پلاک های موتورها دارای رتبه بندی فرکانس های مختلف خواهند بود. به این معنی که موتور در هر دو فرکانس می تواند کار کند اما با ولتاژهایی که برای هر کدام از فرکانس ها مشخص شده است متفاوت می باشد. همانند پلاک نشان داده شده در شکل ۱-۲ که برای هر فرکانس سطح ولتاژ متفاوتی را مشخص نموده است.

واحد فرکانس هرتز (HZ) می باشد و معمولا بر روی اغلب پلاک ها فرکانس را با HZ نشان می دهند. برخی مواقع عبارات CYCLE یا HERTZ یا Freq هم بر روی پلاک ها نوشته می شود که همه نشان دهنده فرکانس کاری موتور است.

www.powerplantac.com

۷- ولتاژ نامی الکترو موتورها (voltage)

موتورها طوری طراحی شده اند که در ولتاژ ذکر شده بر روی پلاک کار کنند. بسیاری از موتورهای صنعتی برای کار با ولتاژ بیشتر از یک ولتاژ خط طراحی شده اند. که با توجه به ولتاژ خط مورد نظر، سربندی و نوع اتصال آن تعیین می شود. در ادامه به طور مفصل در این رابطه توضیح داده خواهد شد. به عنوان مثال ، بسیاری از موتورها برای کار در V ۲۳۰ و V ۴۰۰ طراحی شده اند.

به طور معمول ، موتورها تحمل کارایی تا ۱۰٪ ± ولتاژ نامی ذکر شده بر روی پلاک را دارند . این بدان معنی است که یک موتور طراحی شده برای کار در ولتاژ V ۲۳۰ می تواند به راحتی در ولتاژ ۲۰۸ ولت تا ۲۴۰ ولت کار کند. موتورها نباید خارج از محدوده ولتاژ تعیین شده خود کار کنند ، در غیر اینصورت به موتور یا تجهیزات شما آسیب می رسد.

برروی پلاک ها ولتاژ را با VOLT. یا VOLTS یا به صورت عددی به همراه V که بیانگر ولت می باشد نشان می دهند. امکان دارد بر روی برخی پلاک ها مقدار ولتاژ به صورت ۳۸۰-۴۱۵ یا ۲۰۸-۲۳۰ بنویسند. که این مقدار تعیین کننده محدوده ولتاژ کاری الکتروموتور می باشد.

نکته: کلیه ولتاژ هایی که بروی پلاک موتورها نوشته می شود ولتاژ خط می باشند.

۸- نحوه اتصال الکتروموتور یا نمودار اتصال ولتاژ (voltage connection diagrams)

نمودار اتصال ، اطلاعات مربوط به اتصال موتور به ولتاژ مناسب را به کاربر نشان می دهد. برخی از موتورها برای کنترل ولتاژهای متعدد طراحی شده اند ، بنابراین ممکن است بیش از یک نمودار وجود داشته باشد. همه الکترو موتور های سه فاز (بجز الکتروموتور های چند سرعته) به صورت اتصال ستاره و مثلث به شبکه متصل می شوند. در برخی دیگر که از موتور ها مانند شکل ۱-۳ و شکل ۷-۱ نوع دیگری اتصال برای ولتاژ زیاد و ولتاژ کم مشخص نموده است که با اتصال ستاره و مثلث متفاوت می باشد. توجه داشته باشید که اتصال صحیح را با دقت انتخاب کنید. اتصال نادرست به سیم پیچ موتور شما آسیب می رساند.

برای مثال در شکل ۱-۲ که پلاک یک موتور 5.5 KW را نشان می دهد در فرکانس ۵۰ هرتز سطح ولتاژ و جریان به صورت زیر نوشته شده است.

VOLT. 380-415Δ/660-690Y , AMP.11/6.4

در این پلاک مشخص شده است که موتور به دوصورت اتصال ستاره و مثلث می تواند به شبکه متصل گردد.

اگر اتصال موتور مثلث انتخاب شود باید به ولتاژ شبکه ۳۸۰ تا ۴۱۵ ولت متصل گردد تا توان نامی ایجاد گردد و همچنین ۱۱ آمپر جریان از شبکه دریافت خواهد نمود.

اگر اتصال موتور ستاره انتخاب شود باید به ولتاژ شبکه ۶۶۰ تا ۶۹۰ ولت متصل گردد تا توان نامی ایجاد گردد و نیز ۶/۴ آمپر جریان از شبکه دریافت خواهد نمود.

www.powerplantac.com

برای مثال در شبکه ایران که ولتاژ خط شبکه ۳۸۰-۴۰۰ ولت می باشد این الکتروموتور باید به صورت مثلث متصل گردد تا بتواند ۵,۵ کیلو وات در خروجی تحویل دهد. اگر این موتور تحت اتصال ستاره در شبکه ایران متصل گردد توان خروجی آن تقریبا ۱,۸ کیلو وات می گردد. (جریان و توان سه برابر کاهش پیدا می کند)

در شکل ۱-۴ پلاک یک الکتروموتور 75 KW. مشاهده می شود.

در این الکتروموتور سطح ولتاژ V:220 Δ / 380 Y و جریان A : 3.8 Δ/ 2.2 Y بر روی پلاک نوشته شده است. بدین معنی است که موتور به دو صورت اتصال ستاره و مثلث می تواند به شبکه متصل گردد.

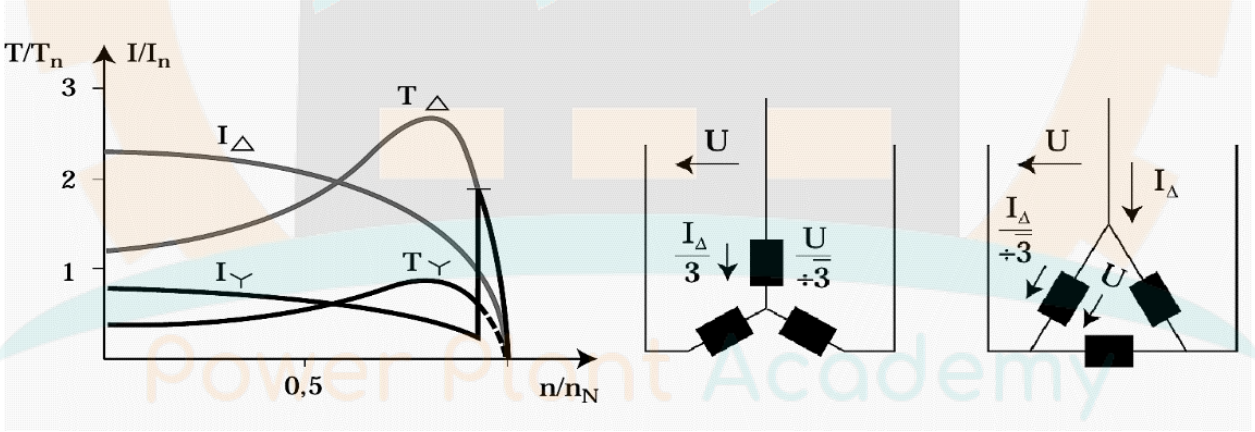
اگر اتصال موتور مثلث انتخاب شود باید به ولتاژ شبکه ۲۲۰ ولت متصل گردد تا توان نامی ایجاد گردد و ۳/۸ آمپر جریان از شبکه دریافت خواهد نمود.

اگر اتصال موتور ستاره انتخاب شود باید به ولتاژ شبکه ۳۸۰ ولت متصل گردد تا توان نامی ایجاد گردد و ۲/۲ آمپر جریان از شبکه دریافت خواهد نمود.

این موتور در شبکه برق ایران که ولتاژ شبکه ۳۸۰-۴۰۰ ولت می باشد تنها می تواند به صورت اتصال ستاره متصل گردد. و توان ۰/۷۵کیلو وات را در خروجی تحویل می دهد. اگر این موتور تحت اتصال مثلث در شبکه ایران متصل گردد مسلماً سیم پیچ های موتور خواهند سوخت. چون حداکثر ولتاژ اعمالی به الکتروموتور در اتصال مثلث ۲۲۰ ولت می باشد.

همچنین در برخی پلاک ها که به صورت 400/660 , Y /Δ نوشته می شود ، سطح ولتاژ کمتر مربوط به اتصال مثلث می باشد و سطح ولتاژ بزرگتر مربوط به اتصال ستاره است.

تصویر زیر تغییرات گشتاور و جریان الکتروموتور را در دو اتصال ستاره و مثلث تحت یک ولتاژ ثابت مقایسه می کند.



شکل ۸-۱

۹- جریان نامی (full load amper rating)

جریان نامی یا جریان بار کامل، جریانی است که الکتروموتور تحت ولتاژ نامی و بار کامل از شبکه دریافت می کند. این پارامتر بسیار مهم هست و کلیه تجهیزاتی که برای راه اندازی و حفاظت الکتروموتور انتخاب می گردند باید بر اساس این جریان باشد.

www.powerplantac.com

در پلاک ها جریان نامی با عبارت RLA _ FLA _ AMPS _ FL AMPS _ AMP یا مقدار عددی جریان به همراه واحد جریان A مانند: 23.5A ، نشان می دهند. بر روی پلاک هایی با بیش از یک سطح ولتاژ کار میکنند با ازای هر سطح ولتاژ یک جریان مشخص نوشته می شود.

جریان نامی یکی از مهمترین پارامترهایی است که باید به آن توجه شود. کلیه تجهیزات راه اندازی و حفاظتی الکتروموتور ها با توجه به مقدار جریان نامی و همچنین جریان راه اندازی انتخاب می گردند.

۱۰- جریان راه اندازی الکتروموتور (STARTING CURRENT)

جریان راه اندازی در الکتروموتور های القایی بین ۱/۶ تا ۱۵ برابر جریان نامی موتور است. که بر اساس ساختمان الکتروموتور مشخص می شود.

جریان راه اندازی در برخی پلاک ها به صورت I_A یا LRA که مخفف (Locked Rotor Amps) است، نشان داده می شود. ولی در اکثر پلاک ها جریان راه اندازی را به صورت یک ضریب از جریان نامی بیان می کنند که اگر ضریب در جریان نامی الکتروموتور ضرب شود مقدار جریان راه اندازی بدست می آید.

در برخی پلاک ها مقدار این ضریب را به صورت I_A/I_N بر روی پلاک می نویسند. همچنین بر روی برخی از پلاک های الکتروموتور ها عبارت های CODE - K.V.A CODE - HP CODE - CODE LETTER نوشته شده که در مقابل آن یک حروف از A تا R می نویسند . ضریب معادل هر کدام از این حروف ها در ستون آخر جدول زیر نشان داده شده است. که اگر این ضریب در جریان نامی (FLA) ضرب شود جریان راه اندازی الکتروموتور تحت بار نامی بدست می آید.

Code Letter	KVA/HP	Approximate Mid-Range Value*
A	0.00-3.14	1.6
B	3.15-3.54	3.3
C	3.55-3.99	3.8
D	4.00-4.49	4.3
E	4.50-4.99	4.7
F	5.00-5.59	5.3
G	5.60-6.29	5.9
H	6.30-7.09	6.7
J	7.10-7.99	7.5
K	8.00-8.99	8.5
L	9.00-9.99	9.5
M	10.00-11.19	10.6
N	11.20-12.49	11.8
P	12.50-13.99	13.2
R	14.00-15.99	15.0

جدول ۱۰-۱

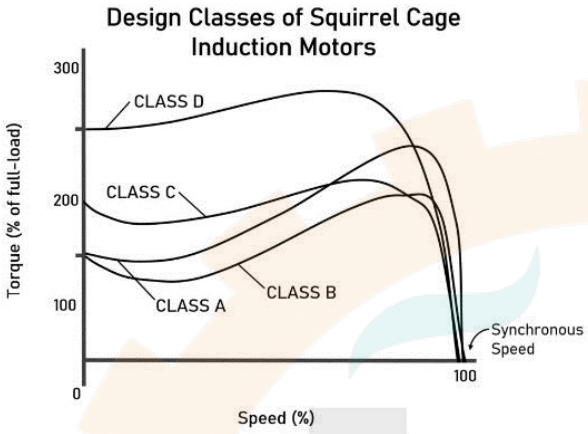
به عنوان مثال پلاک شکل ۱-۱ که دارای کد G است، جریان راه اندازی آن ۵/۹ برابر جریان نامی می باشد. یا در پلاک نشان داده شده در شکل ۱-۷ کد K نشان داده شده است، بیانگر این است که جریان راه اندازی ۸/۵ برابر جریان نامی می باشد.

www.powerplantac.com

۱۱- ضریب توان : (POWER FACTOR)

بر روی پلاک اغلب موتور های الکتریکی ضریب توان الکتروموتور ذکر می گردد. که با عبارات Cosφ یا P.F نشان می دهند.

۱۲- کلاس طراحی (design letter)



شکل ۱۲-۱

بر اساس استاندارد NEMA و IEC نوع طراحی روتور الکتروموتور ها از نظر منحنی گشتاور- سرعت و لغزش به چهار طرح تقسیم می شوند و با کدهای A,B,C,D که در تصویر روبرو مشاهده می شود نام گذاری شده است.

مشخص می کند به ما کمک می کند که الکتروموتور مناسب برای کار در پروژه مورد نظر را با توجه گشتاور های راه اندازی و گشتاور نامی بار انتخاب کنیم.

در این قسمت به تشریح و خصوصیات طرح ها می پردازیم.

۱۲-۱- تقسیم بندی کلاس طراحی استاندارد الکتروموتور القایی :

design A

- حداکثر لغزش ۵٪ و از طرح B دررنج توانی برابر کمتر است
- گشتاور راه اندازی عادی وحدود ۱۰۰-۲۰۰ ٪ گشتاور نامی است
- جریان راه اندازی عادی
- گشتاور شکست ۲۵۰- ۲۰۰ ٪ گشتاور نامی است.
- مناسب برای طیف گسترده ای از کاربری ها – مانند فن و پمپ ها

design B

- حداکثر لغزش ۵٪
- گشتاور راه اندازی عادی و حدود ۱۰۰-۲۰۰ ٪ گشتاور نامی است
- جریان راه اندازی عادی
- گشتاور شکست حدود ۲۰۰ ٪ گشتاور نامی است ولی کمتر از طرح A
- مناسب برای طیف گسترده ای از کاربردی ها با گشتاور شروع طبیعی و نرمال- مانند HVAC یا پنکه ها ، دمنده ها و پمپ ها
- طرح B به میزان زیادی جایگزین موتورهای با طرح A شده اند.

Power Plant Academy

www.powerplantac.com

design C

- حداکثر لغزش ۵٪
- گشتاور راه اندازی بالا
- جریان راه اندازی کم
- گشتاور شکست عادی و کمتر از طرح A
- مناسب برای تجهیزات با اینرسی بالا و گشتاور راه اندازی بالا - مانند پمپ های جابجایی مثبت ، نوار نقاله

design D

- حداکثر لغزش ۵-۱۳ ٪
- گشتاور راه اندازی خیلی بالا
- جریان راه اندازی کم
- گشتاور شکست عادی و کمتر از طرح A
- مناسب برای تجهیزات با اینرسی استارت بسیار بالا - مانند جرثقیل ها ، بالابر ها و بخصوص چرخ های طیار بزرگ

در پلاک الکتروموتور ها کلاس طراحی را با NEMA DESIGN _ N.DESIGN _ NEMA DES. _ DESIGN نشان می دهند. و در مقابل آن یکی از حروف A,B,C,D نوشته شده است.

به عنوان مثال پلاک شکل ۱-۱ طرح B می باشد.

۱۳- ضریب سرویس دهی (SERVICE FACTOR)

موتورها معمولاً برای افزایش موقتی بار طراحی می شوند. که به صورت درصد اضافه بار تحت ولتاژ و فرکانس نامی تعریف می گردند.

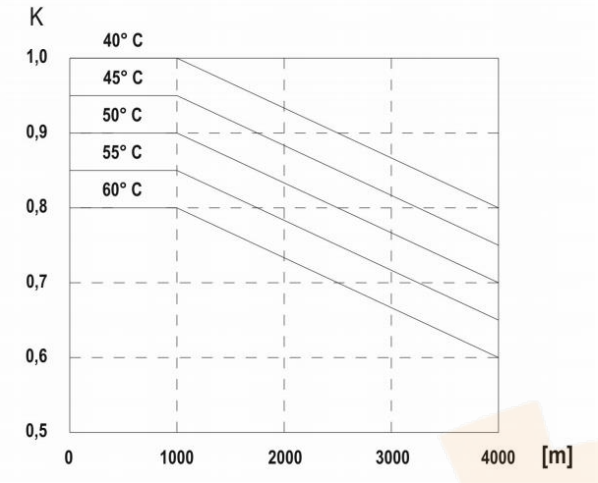
نکته مهم اینکه این ضریب سرویس دهی بیانگر تحمل موتور در مقابله با تغییرات دمای محیط ، ارتفاع از سطح دریا ،تغییرات ناگهانی بار، افزایش و کاهش ولتاژ ورودی و همچنین نامتعادل بودن ولتاژ ها طراحی شده است و نباید از آن به عنوان روشی برای افزایش توان خروجی موتور استفاده کرد. الکتروموتور تحمل اینکه به صورت مداوم تحت این اضاف بار کار کند ندارد.

بر روی پلاک ها معمولا این مشخصه را با S.F یا SERVICE FAVTOR و معمولا اعدادی بین ۱ تا ۱/۲۵ می باشد.

برای مثال الکتروموتور شکل ۱-۳ که ضریب سرویس دهی آن ۱/۲۵ نوشته شده می تواند تا ۲۵٪ اضافه بار را به صورت موقت تحمل نماید.

www.powerplantac.com

۱۴- حداکثر دمای محیط (Maximum Ambient Temperature)



شکل ۱۴-۱

این مشخصه بیانگر حداکثر دمای محیطی است که موتور می تواند در آن کار کند. به طور معمول دمای کار اکثر الکتروموتور ها از ۱۵- تا ۴۰+ درجه سانتیگراد است و حداکثر دما بر اساس ارتفاع ۱۰۰۰ متر از سطح دریا مشخص شده است. و اگر الکتروموتور در شرایطی قرار گیرد که دمای محیط بیشتر باشد یا ارتفاع از سطح دریا بالاتر از ۱۰۰۰ متر باشد، مطابق نمودار روبرو ضریبی بدست می آید و این ضریب در توان خروجی موتور ضرب می شود. بدیهی است که قدرت نامی موتور کاهش پیدا می کند.

در پلاک موتور ها این مشخصه با AMB نشان داده می شود.

همچنین امکان دارد در پلاک مشخصات برخی برندها Altitude یا مخفف این کلمه مشاهده گردد. و این به معنای ارتفاع از سطح دریا می باشد. اگر موتور زیر این ارتفاع کار کند ، خنک تر عمل می کند. در ارتفاعات بالاتر ، موتور تمایل به گرمتر شدن دارد زیرا جریان همرفتی کمتر نمی تواند گرما را به طور موثری کاهش دهد.

۱۵- کلاس عایقی دمای موتور (CLASS INSULATION)

این مشخصه بسیار مهم می باشد .کلاس عایقی حداکثر توانایی موتور در برابر دما در طول زمان را توصیف می کند. براساس استاندار NEMA انواع کلاس های عایقی مورد استفاده در الکتروموتورها A, B, F و H هستند که حداکثر دمای قابل تحمل الکتروموتور را مشخص می کند. همچنین در جدول زیر Rise دمای مجاز الکتروموتور در دو ضریب سرویس دهی مختلف را نشان می دهد که در برخی پلاک ها مقدار Rise را در پلاک هم می نویسند.

بیشترین دمای الکتروموتور در مرکز سیم پیچی می باشد و بین ۵ تا ۱۵ درجه سانتی گراد با قسمت های دیگر سیم پیچ می تواند اختلاف دما داشته باشد. بنابراین نقطه ای در سیم پیچ موتور که بیشترین دما را دارد HOT SPOT (نقطه گرم) می نامند. .

Motor Insulation Temperature Ratings (NEMA)		Temperature Rises			
				1.0 SF Motor	1.15 SF Motor
Class	Temp.	Ambient	Hotspots	Rise @ 1.0	Rise @ 1.15
A	105	+40	+5	60	70
B	130	+40	+10	80	90
F	155	+40	+10	105	115
H	180	+40	+15	120	not defined

شکل ۱۵-۱

Power Plant Academy

www.powerplantac.com

به این نکته توجه شود که در این جدول مقدار Temp در کلاس های عایقی نشان دهنده حداکثر دمای موتور می باشد. یا به بیان دیگر بیشترین دمایی که موتور می تواند تحمل کند تا نسوزد است.

برای مثال: در کلاس عایقی F و ضریب سرویس دهی ۱ دمای مجاز ۱۰۵ درجه می باشد و اگر با دمای محیط(۴۰درجه) جمع شود ۱۴۵ درجه می شود و در گرمترین نقطه سیم پیچ ۱۰ درجه بیشتر می شود و حداکثر دما ۱۵۵ درجه می شود. همانطور که در جدول مشخص شده حداکثر دمای این کلاس عایقی ۱۵۵ درجه مشخص شده است. بنابراین اگر قرار باشد با ضریب سرویس دهی ۱/۲۵ کار کند باید دمای محیط خنکتر باشد تا از حداکثر دمای مشخص شده (۱۵۵ درجه) در کلاس عایقی تجاوز نکند.

همانطور که قبلا هم اشاره شد کلاس عایقی حداکثر توانایی موتور در برابر دما در طول زمان را توصیف می کند. به عنوان مثال ، عایق کلاس F پس از تجربه ۲۰،۰۰۰ ساعت در دمای نامی خود ، مقاومت مکانیکی خود را از دست می دهد. بدیهی است که عایق در این مرحله به سادگی از بین نمی رود ، اما به طور قابل توجهی تضعیف میگردد. در زیر شرایط مختلفی از کارکرد الکتروموتور کلاس F در مدت زمان های مختلف تحت دما های کاری مختلف را مشاهده می کنید.

- 20,000 hours (2.5 years) at 155°C
- 10,000 hours (1.25 years) at 165°C
- 40,000 hours (5 years) at 145°C
- 5,000 hours (<1 year) at 175°C
- 80,000 hours (10 years) at 135°C

در دنیای واقعی ، موتورها به طور مداوم با یک درجه حرارت کار نمی کنند زیرا هم بار و هم دمای محیط تغییر میکنند. با این حال ، هنگامی که افزایش دما رخ داد، دیگر قابل برگشت نیست. کاهش دمای کار می تواند از معیوب شدن سریع عایق سیم پیچ ها جلوگیری کند و عمر الکتروموتور را افزایش چشم گیری دهد.

بر روی پلاک الکتروموتور ها کلاس عایقی را به صورت های زیر می نویسند.

CLASS INSUL. _ ISO. _ CL. _ CI. _ INS. _ INS.CLASS _ KL. و برخی نماد های دیگر که همگی بیانگر CLASS INSULATION می باشد.

۱۶- مشخصات خازن (CAPACITOR)

در موتور های تک فاز که دارای خازن دائم یا خازن راه انداز هستند. معمولا مقدار ظرفیت خازن و ولتاژ خازن را بر روی پلاک مشخصات می نویسند. مانند پلاک شکل ۱-۶ که میزان خازن 25uf – 450 V مشخص شده است.

۱۷- تعداد قطب سیم بندی (POLE)

تعداد جفت قطب های الکتروموتور ها بر روی برخی از پلاک ها با P یا POLE نمایش می دهند. در غیر اینصورت می توان با توجه به فرکانس و سرعت موتور تعداد قطب ها را بدست آورد.

$P = (120*F) / (N_S)$ N_S سرعت سنکرون F فرکانس

www.powerplantac.com

۱۸- سرعت چرخش روتور (SPEED)

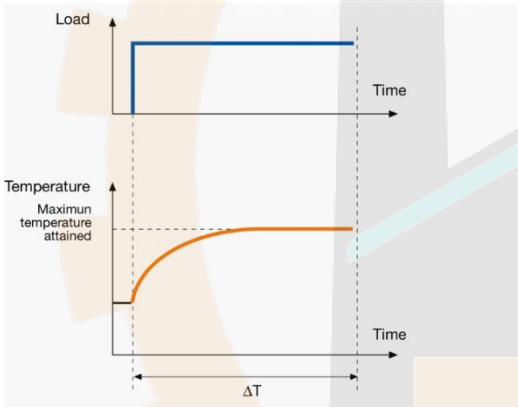
سرعتی که بروی پلاک الکتروموتورها نوشته می شود سرعت چرخش روتور برحسب دور بر دقیقه، تحت بار نامی و ولتاژ نامی است. که معمولا به دو صورت بیان می شود. RPM که مربوط به استاندارد NEMA و M^{-1} که مربوط به استاندارد IEC است.در برخی برندها هم به صورت r/min یا u/min آورده شده است.

توجه شود که این مشخصه سرعت بارداری روتور می باشد و با سرعت بی باری روتور و یا سرعت میدان دوار(سنکرون) متفاوت است.

۱۹- رژیم کاری یا مدت زمان کارکرد موتور (DUTY CYCLE)

بر روی برخی پلاک های موتور عباراتی مانند DUTY _ TIME _ RATING _ TIME RATING نوشته می شود، که بیانگر مدت زمانی است که یک الکتروموتور می تواند کارکند. بیشتر موتورهای صنعتی برای کارکرد مداوم یا پیوسته تولید می شوند و به صورت S1 یا CONT که مخفف کلمه CONTINUOUS (پیوسته) می باشد ،مشخص می گردند. ولی کاربری های موتور های الکتریکی دارای تنوع زیادی هستند. بر این اساس این مشخصه تعیین شرایط و زمان (ساعت) کار الکتروموتور در طول یک شیفت کاری را مشخص می کند. این رژیم کاری برای استفاده کاربران و تولید کنندگان به ۱۰ رژیم کاری تقسیم شده است. که از S1 تا S10 بر روی پلاک مشخصات الکتروموتورها نوشته می شود.

- **کارکرد پیوسته : Continuous running duty (S1)**

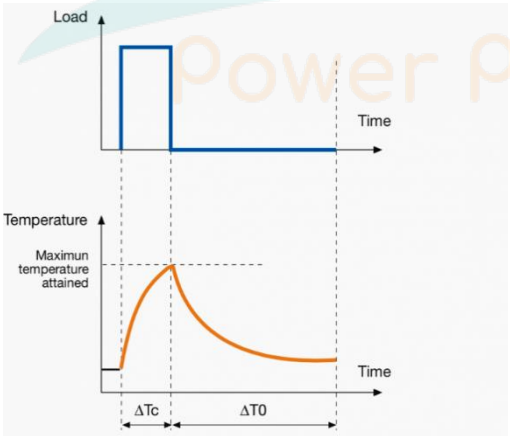


شکل ۱۹-۱

مطابق شکل الکتروموتور تحت بار نامی به درجه حرارت پایدار و ثابت می رسد. در رژیم S1 الکتروموتور بدون وقفه کارمی کند ، بدون آنکه دمای آن از دمای مجاز تجاوز کند.

کاربرد : مصارف عمومی و کاربری هایی که نیاز به کار پیوسته دارند.

- **کارکرد کوتاه مدت : Short-time duty (S2)**



شکل ۱۹-۲

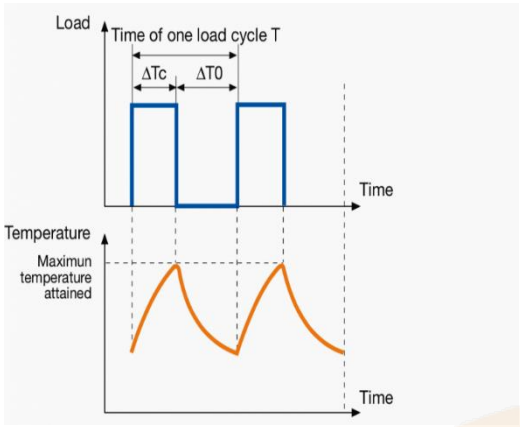
زمان کار الکتروموتور در مقایسه با وقفه بعد از آن کوتاه است. زمان های بارگذاری استاندارد 10-30-60-90 دقیقه است.

منحنی تلفات الکتریکی و اشباع حرارتی الکتروموتور با نوع کار S2 در شکل مقابل نشان داده شده است.

کاربرد: موتور محرکه آژیر

www.powerplantac.com

- **کارکرد موقت تناوبی : (S3) Intermittent periodic duty**



در این حالت، موتور دارای یک مجموعه سیکل کاری مشابه با هم می‌باشد که هر سیکل کاری شامل یک پریود کاری و یک پریود توقف و استراحت می‌باشد. سیکل های کاری آنقدر کوتاه هستند که موتور به حالت تعادل حرارتی نمی‌رسد. جریان راه‌اندازی موتور نیز به اندازه‌ای نیست که باعث افزایش درجه حرارت موتور گردد.

شکل ۱۹-۳

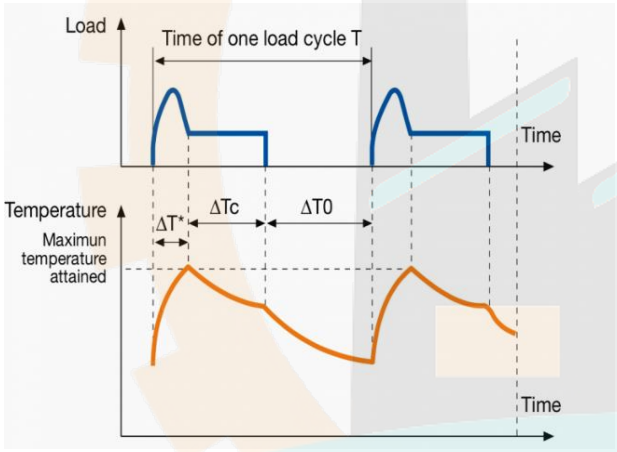
مقادیر پیش‌فرض برای فاکتور مدت زمان سیکل (cyclic duration factor) ٪۱۵ – ٪۲۵ - ٪۴۰ - ٪۶۰ می‌باشد.

فاکتور مدت زمان سیکل از رابطه روبرو بدست می‌آید: ٪ Cyclic duration factor =100* ΔTC/ (ΔTC +ΔTO)

ΔTC: زمان کارکرد موتور در وضعیت نامی ΔTO: زمانی که موتور در حالت توقف قرار دارد.

- **کارکرد موقت تناوبی به همراه راه اندازی نسبتا طولانی در هر استارت(S4) :**

Intermittent periodic duty with starting



در این حالت، موتور دارای یک مجموعه سیکل کاری مشابه با هم می‌باشد که هر سیکل کاری شامل یک دوره راه‌اندازی با زمان قابل توجه ، یک دوره کاری در بار ثابت و یک پریود توقف است. سیکل های کاری آنقدر کوتاه هستند که موتور به حالت تعادل حرارتی نمی‌رسد. در این نوع کارکرد، موتور به کمک نیروی ترمزی بار و یا ترمز مکانیکی متوقف می‌گردد که این نوع ترمزها باعث گرم شدن قابل توجه موتور نمی‌شوند.

شکل ۱۹-۴

برای توصیف کامل این نوع رژیم کاری، پارامترهای : تعداد سیکلهای کاری در ساعت (c/h) ، ممان اینرسی بار (JL) و ممان اینرسی موتور JM باید تعیین شوند.

به عنوان مثال : S4 , 25% , 120 c/h , JL=0.2 Kgm2 , JM=0.1 Kgm2

رابطه مدت زمان سیکل: ٪ Cyclic duration factor = 100*(ΔT +ΔTC)/ (T)

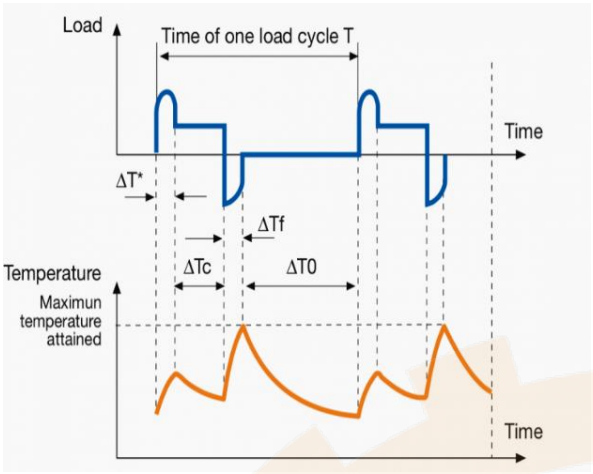
ΔTC: مدت زمان کارکرد موتور در وضعیت نامی ΔTO: مدت زمانی که موتور در حالت توقف قرار دارد.

ΔT: مدت زمان استارت و شتاب گرفتن موتور T = ΔT +ΔTC +ΔTO

www.powerplantac.com

- **کارکرد موقت تناوبی به همراه راه اندازی نسبتا طولانی در هر استارت و استفاده از ترمز الکتریکی(S5):**

Intermittent periodic duty with electric braking



در این حالت، موتور دارای یک مجموعه سیکل کاری مشابه با هم می‌باشد که هر سیکل کاری شامل یک پریود راه‌اندازی نسبتاً طولانی، یک پریود کاری در بار ثابت، یک پریود ترمز الکتریکی سریع و یک پریود توقف است.

سیکلهای کاری آنقدر کوتاه هستند که موتور به حالت تعادل حرارتی نمی‌رسد.

شکل ۱۹-۵

همچنین برای توصیف کامل این نوع رژیم کاری، پارامترهای :تعداد سیکلهای کاری در ساعت (c/h) ، ممان اینرسی بار (JL) و ممان اینرسی موتور JM باید تعیین شوند.

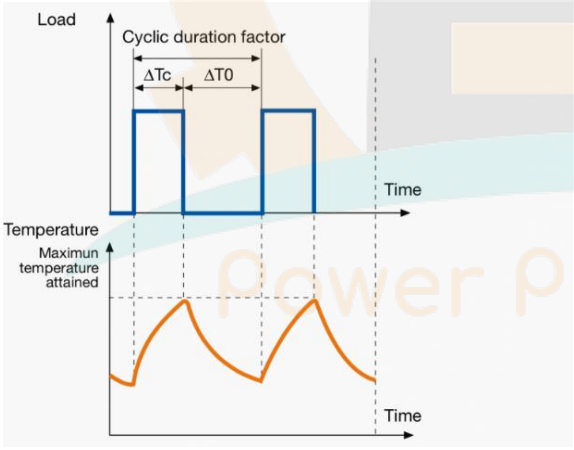
رابطه مدت زمان سیکل: ٪ Cyclic duration factor = 100*(ΔT +ΔTC+ΔTF)/ (T)

ΔTC: مدت زمان کارکرد موتور در وضعیت نامی ΔTF: مدت زمان اعمال ترمز الکتریکی

ΔTO: مدت زمانی که موتور در حالت توقف قرار دارد. ΔT: مدت زمان استارت و شتاب گرفتن موتور

T = ΔT +ΔTC+ΔTF+ΔTO

- **کارکرد پیوسته با بار موقت :** Continuous-operation periodic duty(S6)



در این رژیم کاری، موتور دارای یک مجموعه سیکل کاری مشابه با هم می‌باشد که هر سیکل کاری شامل یک پریود کاری با بار ثابت و یک پریود کاری بصورت بی‌بار می‌باشد. سیکل های کاری آنقدر کوتاه هستند که موتور به حالت تعادل حرارتی نمی‌رسد.

در این حالت موتور خاموش نمی شود و فقط بی بار می گردد. مدت زمان یک سیکل کاری نیز حداکثر ۱۰ دقیقه می‌باشد.

شکل ۱۹-۶

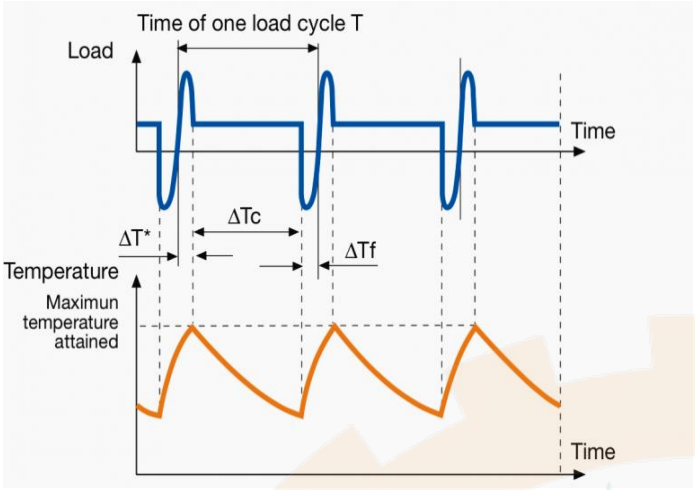
فاکتور مدت زمان سیکل از رابطه روبرو بدست می‌آید: ٪ Cyclic duration factor =100* ΔTC/ ΔTO

ΔTC: مدت زمان کارکرد موتور در وضعیت نامی ΔTO: مدت زمانی که موتور در حالت بی باری قرار دارد.

www.powerplantac.com

- **کارکرد بدون وقفه به همراه ترمز الکتریکی و استارت مجدد (S7):**

Continuous-operation periodic duty with electric braking



در این حالت، موتور دارای مجموعه‌ای از سیکلهای کاری مشابه می‌باشد که هر سیکل کاری شامل یک دوره راه‌اندازی نسبتاً طولانی، یک پریود کاری در بار ثابت و یک دوره شامل ترمز الکتریکی است. سیکل های کاری آنقدر کوتاه هستند که موتور به حالت تعادل حرارتی نمی‌رسد. در این حالت موتور خاموش نمی شود.

شکل ۱۹-۷

برای توصیف کامل این نوع رژیم کاری، پارامترهای تعداد سیکلهای کاری در ساعت (c/h) ، ممان اینرسی بار (J_L) و ممان اینرسی موتور (J_M) باید تعیین شوند. به عنوان مثال : S7 , 500 c/h , J_L=0.08 Kgm^2 , J_M=0.08 Kgm^2

٪ Cyclic duration factor =100

ΔTC: مدت زمان کارکرد موتور در وضعیت نامی

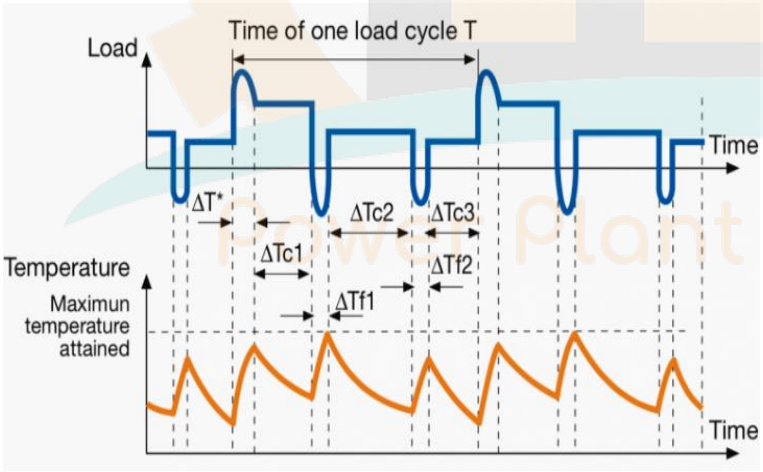
ΔTF: مدت زمان اعمال ترمز الکتریکی

ΔTO: مدت زمانی که موتور در حالت توقف قرار دارد.

ΔT: مدت زمان استارت و شتاب گرفتن موتور

- **کارکرد بدون وقفه به همراه تغییر سرعت بار مربوطه (S8):**

(Continuous-operation periodic duty with related load / speed)



در این حالت، موتور دارای مجموعه‌ای از سیکلهای کاری مشابه می‌باشد که هر سیکل کاری شامل یک دوره راه‌اندازی ، یک پریود کاری در بار ثابت و با یک سرعت معین از پیش تعیین شده که با یک یا چند دوره کاری با بارهای ثابت و سرعتهای ثابت ولی متفاوت ادامه پیدا می‌کند و در بین این سرعتهای متفاوت از پروسه ترمزی نیز استفاده می‌شود. هیچ مرحله توقفی در این نوع کارکرد وجود ندارد. سیکلهای کاری نیز آنقدر کوتاه هستند که موتور به حالت تعادل حرارتی نمی‌رسد.

شکل ۱۹-۸

برای توصیف کامل این نوع رژیم کاری به پارامترهای تعداد سیکلهای کاری در ساعت (c/h) ، ممان اینرسی بار (J_L) و ممان اینرسی موتور (J_M) و اندازه بار نیاز است. سیکل کاری cyclic duration factor برای هر سرعت و هر بار محاسبه می شود.

www.powerplantac.com

٪ (Cyclic duration factor1 = 100*(ΔT +ΔTC1)/ (T)

٪ (Cyclic duration factor2 = 100*(ΔTF1+ΔTC2)/ (T)

٪ (Cyclic duration factor1 = 100*(ΔTF2+ΔTC3)/ (T)

ΔTC1 , ΔTC2 , ΔTC3: زمان کارکرد موتور در وضعیت های بار نامی

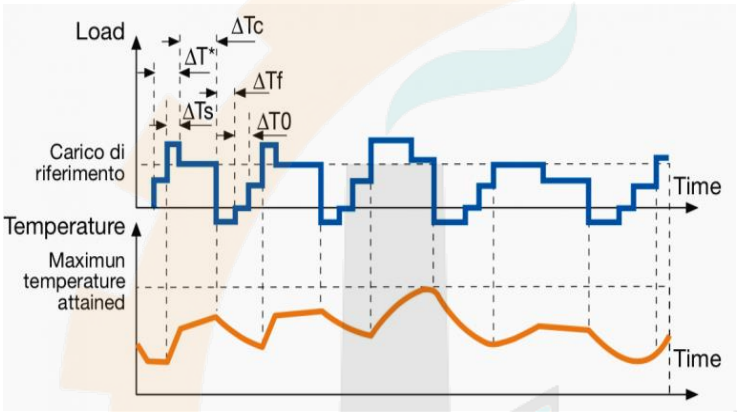
ΔT: زمان استارت و شتاب گرفتن موتور

ΔTF1 , ΔTF2: زمانی که صرف ترمز الکتریکی بار های متفاوت می‌شود .

- **رژیم کاری غیر پریودیک بار با سرعت متغیر (S9)**

Duty with non-periodic load and speed variations

در این رژیم کاری، عموماً بار و سرعت آن بصورت غیر پریودیک و غیر یکنواخت در محدوده مجاز کاری موتور تغییر می‌نماید. در این رژیم کاری ممکن است که به صورت مکرر با اضاف بارهایی برخورد کنیم که مقدار قابل توجهی از مقدار بار نامی موتور نیز بیشتر باشد. در این رژیم کاری باید متناسب با اضافه بار درخواستی ، توان نامی موتور انتخاب گردد.



شکل ۱۹-۹

ΔTC: مدت زمان کارکرد موتور در وضعیت نامی

ΔTF: مدت زمان اعمال ترمز الکتریکی

ΔTO: مدت زمانی که موتور در حالت توقف قرار دارد.

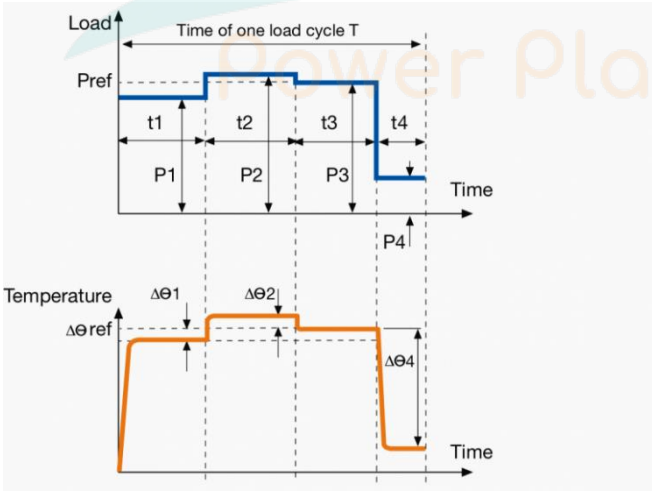
ΔT: مدت زمان استارت و شتاب گرفتن موتور

ΔTS: مدت زمانی که موتور تحت اضاف بار قرار گرفته است

- **رژیم کاری با سرعت ها و بارهای ثابت گسسته (S10)**

Duty with discrete constant loads and speeds

در این رژیم کاری، دامنه بار حداکثر می‌تواند در ۴ مقدار مختلف تغییر نماید ولی هر کدام از این مقادیر باید آنقدر طول بکشد تا موتور از لحاظ حرارتی به حالت تعادل برسد. مقدار حداقل بار نیز می‌تواند صفر (توقف) باشد. حداکثر بار نباید از ۱/۱۵ برابر مقدار بار مرجع (براساس نوع وظیفه S1) تجاوز کند. سایر محدودیت ها در مورد حداکثر بار ممکن است از نظر محدودیت درجه حرارت سیم پیچ داده شود.



شکل ۱۹-۱۰

www.powerplantac.com

۲۰- بازده (Efficiency)

بازده یا راندمان نسبت توان خروجی به ورودی الکتروموتور را نشان می دهد و به صورت درصد بیان می شود. بر روی پلاک مشخصات الکتروموتور ها با EFF یا EFF.F.L (راندمان در بار نامی) یا NEMA NOM EFF نشان داده می شود. همانطور که میدانیم راندمان را با η نشان می دهند.

در سال ۲۰۰۹ از طرف کمیسیون اروپا دستورالعمل جدیدی درخصوص موتورهای الکتریکی با هدف کمک به محیط زیست صادر گردید که دستور العمل قبلی را که بر اساس طبقه بندی سه گانه EFF و از طرف کمیته CEMEP صادر گردید بود و بصورت دلخواه قابل اجرا بود، لغو نمود و جانشین آن گردید. این قوانین در استاندارد بین المللی IEC 60034 – 30/31 نیز تعریف شده اند.

استاندارد EFF تمامی موتورهای الکتریکی ۲ و ۴ قطب از توان ۱ الی ۱۰۰ کیلو وات و در کارکرد عادی آنها را شامل می گردید و تمامی موتورها با رده بندی EFF1 الی EFF3 مشخص شده بودند که EFF1 بالاترین بازده را داشت.

در تاریخ ۶ ژانویه سال ۲۰۱۴ قانون جدیدی درخصوص موتورهای الکتریکی به تصویب رسید که از تاریخ ۲۷ ژانویه ۲۰۱۴ اجرایی گردید. در این قانون جدید درجه بندی بازده موتورهای الکتریکی براساس (IE) نشان داده می شود و شامل موارد زیر هستند:

برای موتورهای دائم کار(S1) ، موتورهای ۲ الی ۶ قطب ، تا ولتاژ نامی ۱۰۰۰ ولت و از توان ۰/۷۵ تا ۳۷۵ کیلو وات.

موتور های که در شرایط خاص نصب می شوند و موتور هایی که از ترمز استفاده می کنند جز این دسته نمی باشند.

درجه بندی موتورها براساس IE1 الی IE4 هستند. IE1 برای موتورهای با درجه بازده معمولی، IE2 برای موتورهایی با بازده بالاتر و IE3 برای موتورهای درجه بازده ممتاز IE4 برای موتورهای با درجه بازده فوق ممتاز تخصیص می یابند.

در جدول زیر برابری طبقه بندی قبلیEFF با رده بندی جدید IE نشان داده شده اند:

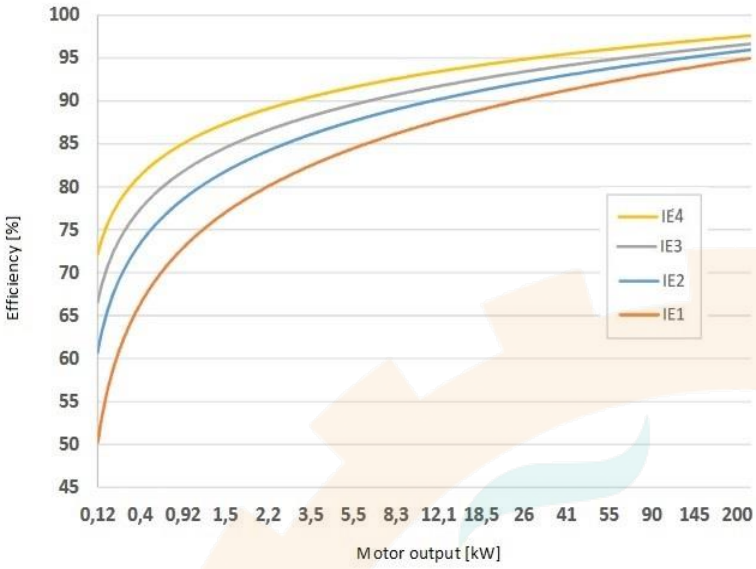
درجه بندی قدیمی EFF	درجه بندی بازده	IEC 60034-30/31
	Super-premium Efficiency	IE4
	Premium Efficiency	IE3
EFF1	High Efficiency	IE2
EFF2	Standard Efficiency	IE1
EFF3	پایین تر از درجه استاندارد	بدون

جدول ۲۰-۱

www.powerplantac.com

همچنین نمودار بازده رده بندی IE در شکل زیر نشان داده شده است.

برای مثال در پلاک شکل ۱-۱ عبارت PREMIUM EFFICIENCY نوشته شده که بیانگر همان IE3 است.و در قسمتی دیگر ۹۳/۶ ٪ را بیان کرده است. که با توجه به نمودار روبرو و توان موتور که معادل ۲۲/۳۸ کیلو وات می باشد. همان مقدار ۹۳/۶٪ بدست می آید.



شکل ۱-۲۰

یا در پلاک شکل ۱-۲ موتور ۵/۵ کیلو واتی در گوشه بالای پلاک EFF2 نوشته شده و مجدداً در قسمتی دیگر مقدار بازده را ۸۵/۷٪ نوشته است.

۲۱- گشتاور (TORQUE)

امکان دارد بر روی پلاک الکتروموتور ها مقدار گشتاور راه اندازی (T_A) یا گشتاور نامی (T_N) یا گشتاور ماکزیمم (T_M) را داده باشد. در برخی مواقع هم نسبت گشتاور راه اندازی به گشتاور نامی (T_A/T_N) بر روی پلاک مشخص میکنند تا کاربر بتواند مقدار گشتاور راه اندازی را بدست بیاورد.

ابتدا مقدار گشتاور نامی را محاسبه میکنیم و سپس گشتاور راه اندازی را بدست می آوریم.

$$T_N = \frac{P \times 9550}{RPM} \ \text{(N/M)} \quad \rightarrow \quad T_A = \left(\frac{T_A}{T_N}\right) \times T_N \ \text{(N/M)}$$

در برخی مواقع گشتاور را با M (moment) هم نمایش می دهند.

۲۲- ابعاد بدنه (FRAME SIZE)

برخی از ابعاد مکانیکی الکتروموتور در این قسمت مشخص می شود. پلاک هایی که بر اساس استاندار NEMA نوشته شده است معمولا در ابتدا یک عدد نوشته می شود و سپس برخی حروف ادامه آن نوشته می شود. دو عدد اول ارتفاع شافت را از پایه نصب نشان می دهد. حال اگر این عدد تقسیم بر چهار شود ،نشان دهنده ارتفاع شافت از پایه نصب الکتروموتور بر حسب اینچ بدست می آید. شماره سوم ابعاد سوراخ های تعبیه شده بر روی پایه بر حسب اینچ را بیان می کند ، برخی از موتورها ممکن است دارای چندین سوراخ برای گزینه های مختلف نصب باشند.

برای مثال در پلاک شکل ۱-۷ عدد 143T در قسمت .FRAME NO نوشته شده است. ارتفاع شفت تا کف پایه موتور 14/4 اینچ است و فاصله بین پیچ های پایه موتور ۳ اینچ است. حرف T بیانگر استاندارد بودن سایز شافت از سال ۱۹۶۴ تا به الان می باشد که در جدول زیر مشخص شده است.

www.powerplantac.com

A	DC motor or generator
C	Face mounting (can be round body or footed)
D	Flange mounting (can be round body or footed)
P	Vertical hollow and solid shaft with P-base flange
HP	Vertical solid shaft with P-base flange, normal thrust
JM	Closed coupled pump motor with C-face mounting and special shaft extensions
JP	Closed coupled pump motor with C-face mounting and special long shaft extensions
LP	Vertical sold shaft with P- base flange, medium thrust
S	Standard short shaft
T	Standardized shaft (1964 and newer)
U	Standardized shaft (1964 and older)
V	Vertical mounting
Y	Special mounting dimensions
Z	All mounting dimension are standard except shaft extension

جدول ۲۲-۱

انتخاب موتور باید با توجه کاربری و همچنین موقعیت نصب تعیین شود. استاندارد بین المللی IEC 34-7 به نوع نصب موتور به چند نمونه مشخص کرده است. و در قالب دو حرف IM که مخفف (International Mounting) می باشد به همراه چهار رقم اعدد نشان می دهد . جدول زیر برخی از رایج ترین طرح ها را نشان می دهد. به عنوان مثال IM1051 همانگونه که در جدول زیر نشان داده شده است معرف نوع نصب بروی دیوار از طریق پایه می باشد.

Machines with end plates, horizontal design							
Mounting				Explanation			
Fig.	Abbreviation according to DIN 42 950	DIN IEC 34 Part 7 Code I	Code II	End plate	Stator (housing)	General design	Attachment or mounting
	B 3	IM B 3	IM 1001	2 end plated	w/feet	–	Mounting on base
	B 3/B 5	IM B 35	IM 2001	2 end plates	w/feet	Attach-ment flange	Mounting on base with extra flange
	B 3/B 14	IM B 34	IM 2101	2 end plates	w/feet	Attach-ment flange	Monting base with extra flange
	B 5	IM B 5	IM 3001	2 end plates	ohne Füße	Attach-ment flange	Flange mounting
	B 6	IM B 6	IM 1051	2 end plates	w/feet	Mounting B3, end plates turned 90°	Attachment to wall feet left seen from drive side

جدول ۲۲-۲

www.powerplantac.com

همچنین در برخی پلاک ها به گونه ای دیگر مینویسند. اگر به پلاک شکل ۱-۴ توجه کنید در قسمتی IM : B3 را نوشته است، که بیانگر نوع نصب مطابق اولین ردیف در جدول ۲۲-۲ می باشد .

۲۳- مشخصات بلبرینگ ها (bearings)

پلاک الکتروموتور ها امکان دارد مشخصات بلبرینگ ها و یا یاتاقانها را نمایش دهد. هر تولید کننده روش نمایش اطلاعات مخصوص خود را دارد و این می تواند بین تولید کنندگان متفاوت باشد. و با BRG یا BEARING نشان می دهند.

به عنوان مثال بر روی پلاک BRG ED بلبرینگ های سمت شافت و BRG NDE یا BRG ODE بلبرینگ انتهای موتور را نشان می دهد که معمولا مشخصات هر دو بلبرینگ یکسان هستند.

در پلاک شکل ۱-۱ بلبرینگ ها را با SH.END. BEARIND و OPP.END BEARING نشان داده است و مشاهده می شود که هر دو بلبرینگ مشابه هستند.

برخی بلبرینگ ها که قابلیت گریس کاری دارند مشخصات نوع گریس بر روی پلاک مشخصات نوشته می شود و با GREASE نشان می دهند.

منابع :

https://www.vfds.com/blog/how-to-read-a-motor-nameplate

https://WWW.BARGHMAHER.IR

https://electrical-engineering-portal.com/motor-nameplate

https://electrical-engineering-portal.com/7-most-common-motor-enclosure-types-defined-by-nema-standards

https://www.ametric.com/Images/document/Motors%20IEC%20Techinical%20Data.pdf

https://electrical-engineering-portal.com/10-duty-types-three-phase-asynchronous-motors

http://www.drivesandautomation.co.uk/useful-information/nema-insulation-classes/

http://autoir.ir/page.php?id=267