



شرکت موتور درایو

طراحی و ساخت الکتروموتور ۲۷۰ کیلووات، ۱۰ قطب با روتور دارای میله های مسی

کارفرما: شرکت راصد صنعت توسعه

طراح و مشاور: محمدرسول کریمی (موتور درایو)

(عکسها و اطلاعات این گزارش با هماهنگی و اجازه از کارفرما شرکت راصد صنعت توسعه منتشر می گردد.)

موضوع قرارداد:

مطابق با قرارداد منعقد شده بین کارفرما و مشاور به شرح زیر است.

موضوع قرارداد عبارت است از انجام کلیه مراحل طراحی و امور مشاوره فنی در ساخت، تولید و راه اندازی الکتروموتور ۲۷۰ کیلووات ۵۸۰ دور بر اساس شرح وظایف تعیین شده و ابلاغی از طرف مدیریت مربوطه در طول مدت مندرج در ماده ۲ قرارداد.

مشخصات محصول تولیدی:

- توان الکتروموتور: ۲۷۰ کیلووات
- درجه حفاظت : IP68
- ولتاژ: ۳۸۰ ولت
- سیستم خنک کننده: آب
- تعداد سفارش: یک دستگاه
- سرعت موتور (rpm): ۵۸۰ دور
- نوع سیم پیچی: مفتولی
- ضریب توان بیشتر از ۰,۸۵
- ارتفاع از سطح دریا: برای منطقه اهواز (۴ متر تقریبی)
- نیاز به سنسور دما PTC می باشد.
- دمای محیط: بالای ۶۰ درجه سانتیگراد.
- شرایط نصب: به صورت عمودی

اطلاعات دریافت شده:

در ارتباط با بخش فنی شرکت راصد صنعت، ابعاد مورد نظر کارفرما برای طراحی الکتروموتور را به شرح زیر اعلام نموده اند.

- طول مجاز هسته استاتور و روتور: ۶۵۰ میلیمتر
- قطر خارجی هسته استاتور : ۶۲۰ میلیمتر
- قطر شفت الکتروموتور: ۱۵۰ میلیمتر

روش انجام کار:

با توجه به مشخصات محصول مورد نظر کارفرما و اطلاعات دریافت شده قطر خارجی استاتور و قطر شفت مشخص گردید. قطر داخلی استاتور نیز در موتورهای مشابه ۴۵۰ میلیمتر بوده است که ما در طراحی ۴۳۴ میلیمتر در نظر گرفته ایم. در بقیه موارد سناریوهای مختلف از نظر تعداد شیارهای روتور، ابعاد شیارها (از نظر امکان جا زدن تسمه مسی) مورد بررسی قرار گرفت و در هر مرحله با بخش فنی شرکت راصد صنعت توسعه هماهنگ گردید تا امکان تولید و اجرای طرح منتخب وجود داشته باشد. در این زمینه نسبت طول به عرض مقطع شیار روتور از نظر بخش فنی نباید عدد بزرگی باشد. در صورتیکه عدد بزرگ باشد تسمه مسی به سختی جا می رود و امکان کج شدن و دفرمه شدن آن افزایش می یابد. لذا طول مقطع تسمه حتی الامکان کوتاه در نظر گرفته شد و مطابق با آن عرض تسمه و شکل شیار روتور نیز به گونه ای انتخاب شد که از این نظر مشکلی ایجاد نشود.

سپس با توجه به تعداد شیارهای استاتور که ۹۰ عدد انتخاب شده بود و همچنین شکل شیار استاتور و ابعاد شیار روتور، کار طراحی در نرم افزار طراحی الکتروموتور SPEED ادامه پیدا کرد طی چند روز مدل مورد نظر در نرم افزار پیاده سازی گردید. نرم افزار در طراحی های قبلی طراح و مشاور تنظیم شده و دقت مورد نیاز را دارا می باشد. با توجه به الزامات مورد نظر و الزامات استاندارد تغییرات لازم در شکل شیارها، فاصله هوایی و نحوه سیم پیچی الکتروموتور اعمال گردید و پس از چندین روز متوالی آزمون و خطا و بررسی های کارشناسی طرح بهینه و مطلوب با توجه به محدودیت های فوق انتخاب و شبیه سازی شد. نتایج شبیه سازی طرح منتخب با موتورهای هم توان مشابه مقایسه شد که نتایج مطلوب می باشد. به منظور بررسی مسایل مربوط به اشباع هسته و بررسی های عمیق تر، طرح منتخب توسط نرم افزار ANSYS 16.2 Electromagnetics در محیط المان محدود (FEM) شبیه سازی گردید و پس از چندین روز شبیه سازی در کامپیوترهای پردازشگر، نتایج مورد نظر استخراج گردید.

مشخصات الکتروموتور و نتایج طراحی و شبیه سازی

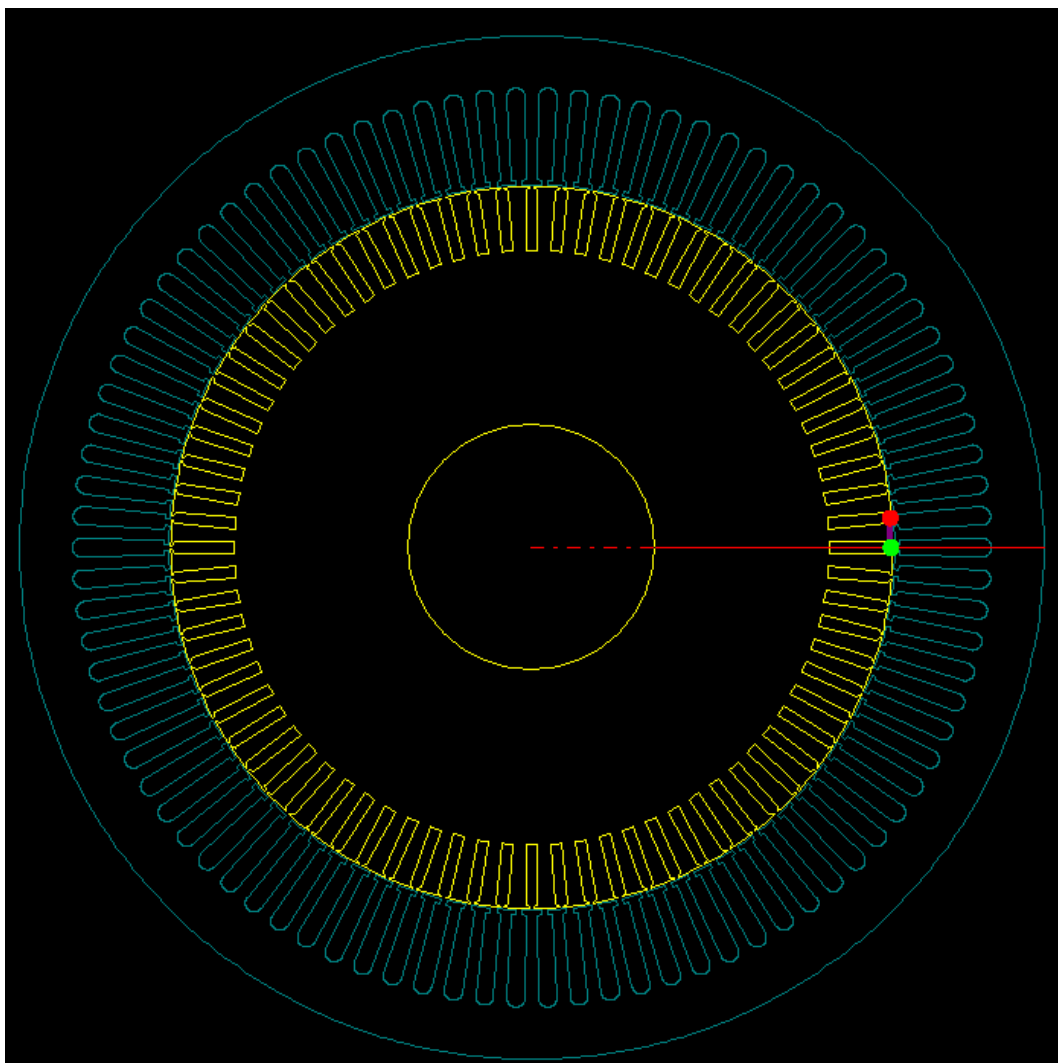
مشخصات ابعادی الکتروموتور طراحی شده و نتایج بهینه سازی شده شبیه سازی به شرح زیر است.

مشخصات ابعادی الکتروموتور ۲۷۰ کیلووات، ۱۰ قطب			
قطر خارجی استاتور	620 mm	نوع سیم پیچی	دو طبقه کلاف مساوی
قطر داخلی استاتور	434 mm	گام سیم پیچی	1-8
تعداد شیارهای استاتور	90	تعداد کلاف در هر گروه	3
فاصله هوایی	1.45 mm	تعداد دور هر کلاف	15
طول هسته	650 mm	سیم لاکه	8*1.3
قطر خارجی روتور	431.1 mm	تعداد کل گروه کلافها	30
قطر شفت	150 mm	تعداد شیارهای روتور	76

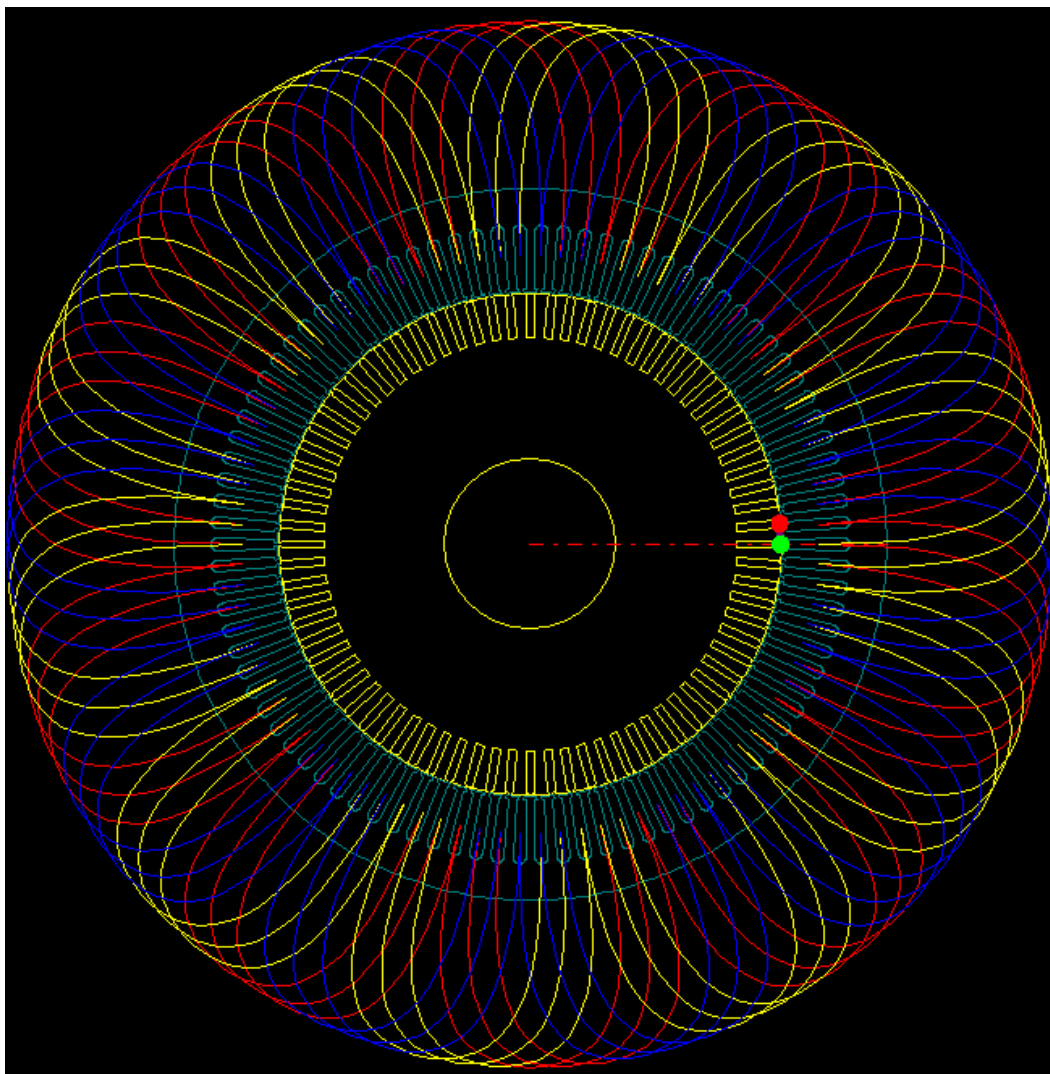
مشخصات عملکردی الکتروموتور ۲۷۰ کیلووات، ۱۰ قطب			
277 A	جریان بی باری	380 V	ولتاژ
2302 A	جریان راه اندازی	270 KW	توان خروجی
4438 Nm	گشتاور راه اندازی	284.5 KW	توان ورودی
1559 A	جریان در گشتاور شکست	593 rpm	سرعت
9850 Nm	گشتاور شکست	0.84	ضریب توان
4347 Nm	گشتاور نامی	95%	راندمان
2.8 A/mm ²	چگالی جریان استاتور	514 A	جریان بار کامل

داده های خروجی طراحی

۱- شماتیک لمینیشن استاتور و روتور



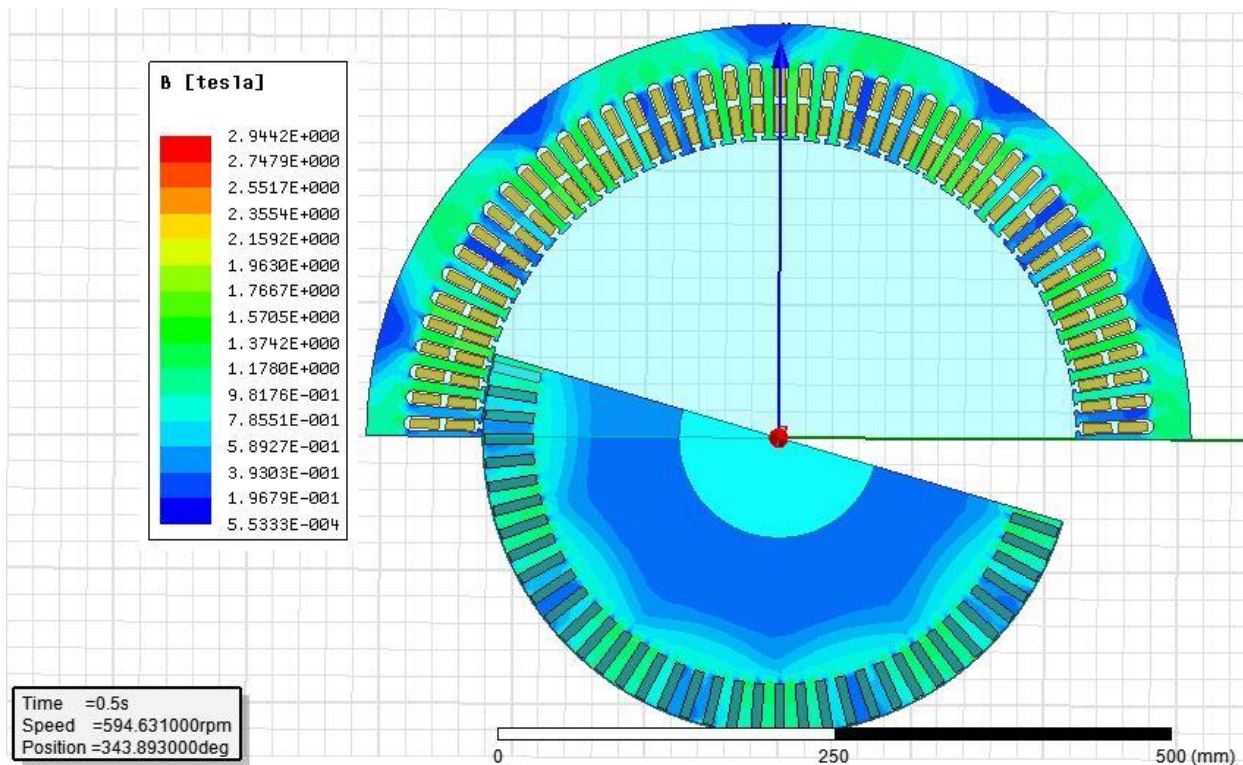
۲- شماتیک سیم پیچی سه فاز استاتور



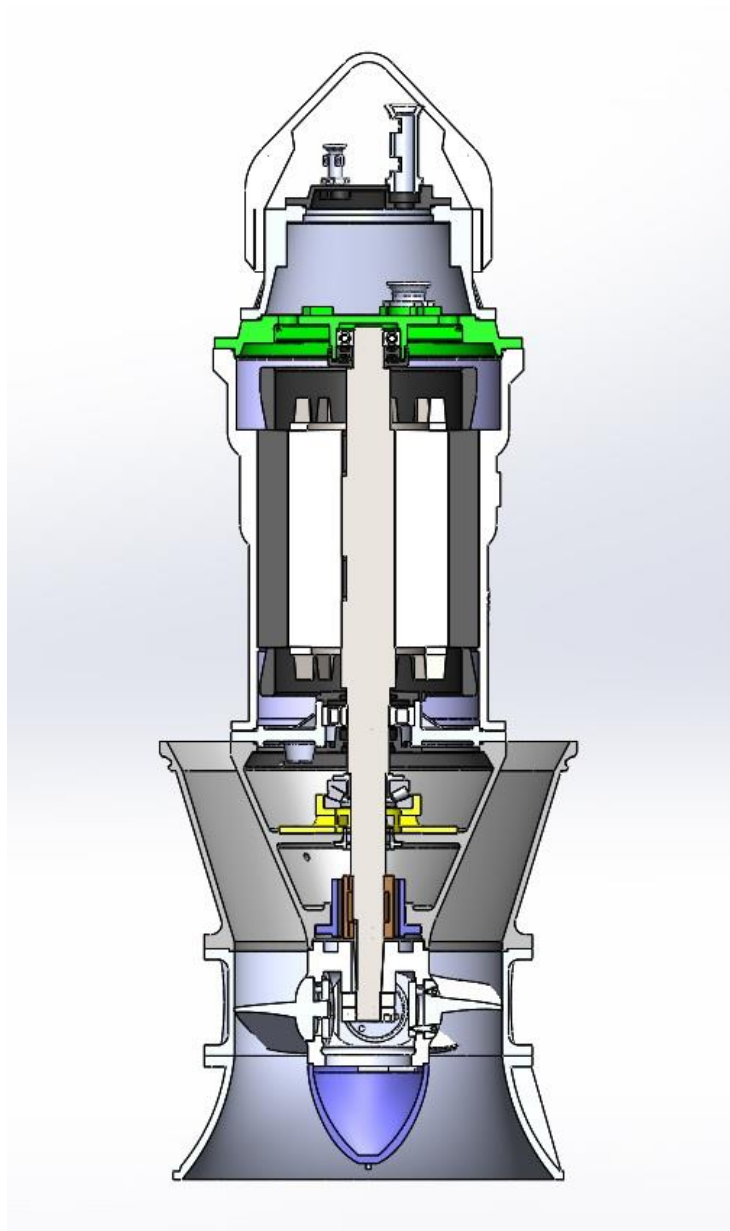
شماتیکیهای فوق خروجی نرم افزارهای طراحی هستند برای گزارش مناسب تر نقشه های مورد نیاز به صورت فایل های DWG تهیه شده و به گزارش پیوست شده اند.

جهت مشاهده و ارزیابی چگالی شار قسمت های مختلف هسته استاتور و روتور، الکتروموتور توسط نرم افزار ANSYS Electromagnetics شبیه سازی شده است. که شبیه سازی و تحلیل معادلات توسط نرم افزار، شماتیک صفحه بعد را نتیجه داده است. همان طور که مشاهده می شود چگالی شار در تمامی نقاط استاتور و روتور مقدار مناسبی بوده و در هیچ نقطه ای اشباع مغناطیسی رخ نداده است.

۳- شماتیک چگالی شار در نقاط مختلف استاتور و روتور



پس از انجام کارهای مربوط به طراحی الکتریکی و مغناطیسی گزارش کار به همراه نقشه ای سیم پیچی، لمینیشن استاتور و روتور و همچنین نقشه های مونتاژی تسمه های مسی آماده گردید و تحویل تولید کننده گردید. نقشه ها در ادامه پیوست شده اند. در همین زمان در بخش های مختلف مکانیکی قطعات پمپ در شرکت راصد صنعت توسعه در دستور ساخت قرار گرفتند نقشه مونتاژ شده کامل الکتروپمپ که یک الکتروپمپ کف کش با دبی ۲۰۰۰ لیتر بر ثانیه و ارتفاع ۱۰ متر می باشد در ادامه پیوست شده است.



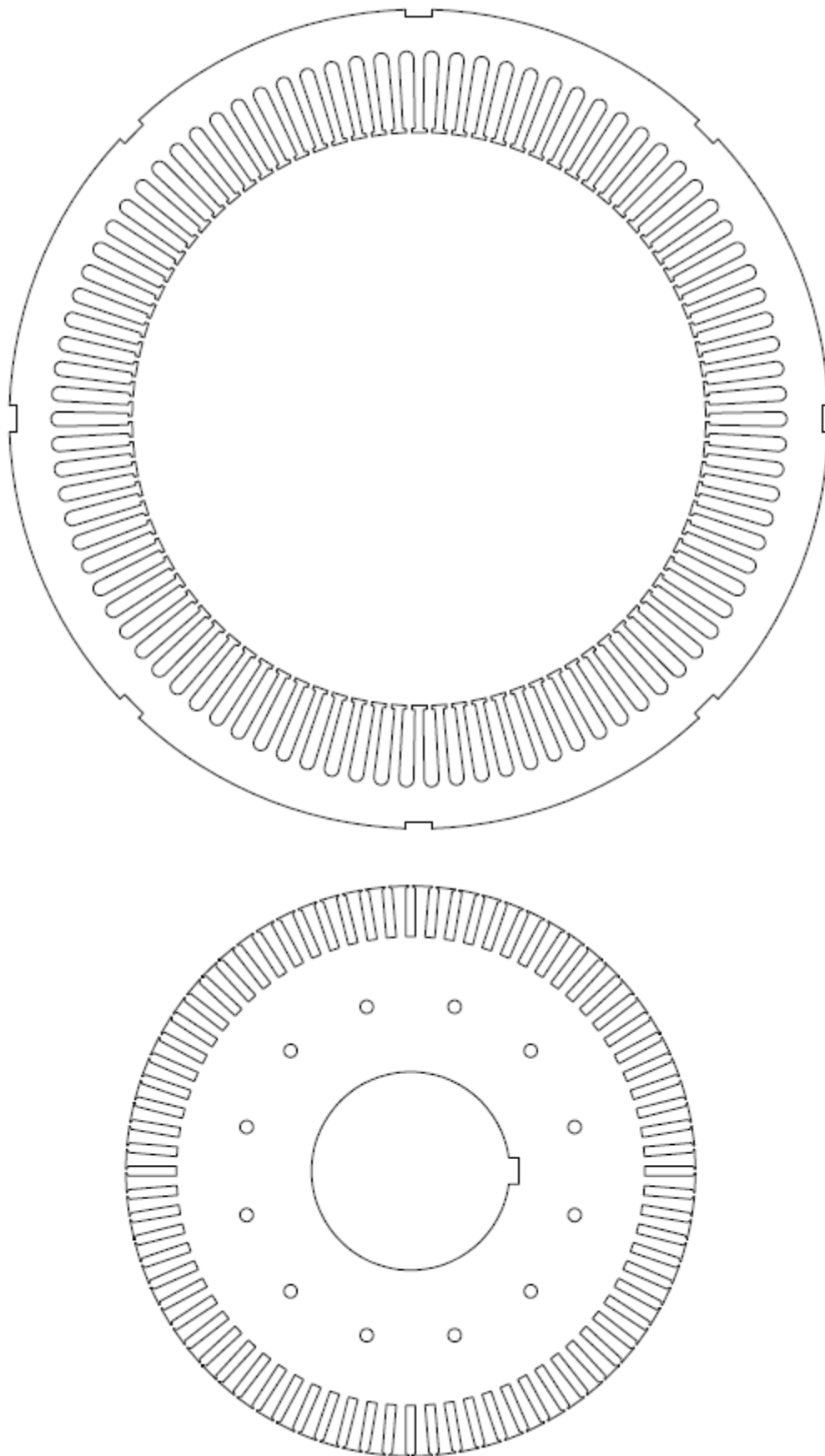
نقشه مونتاژی الکتروپمپ کفکش ۲۷۰ کیلووات با دبی ۲۰۰۰ لیتر بر ثانیه در ارتفاع ۱۲ متری

اطلاعات پیوست

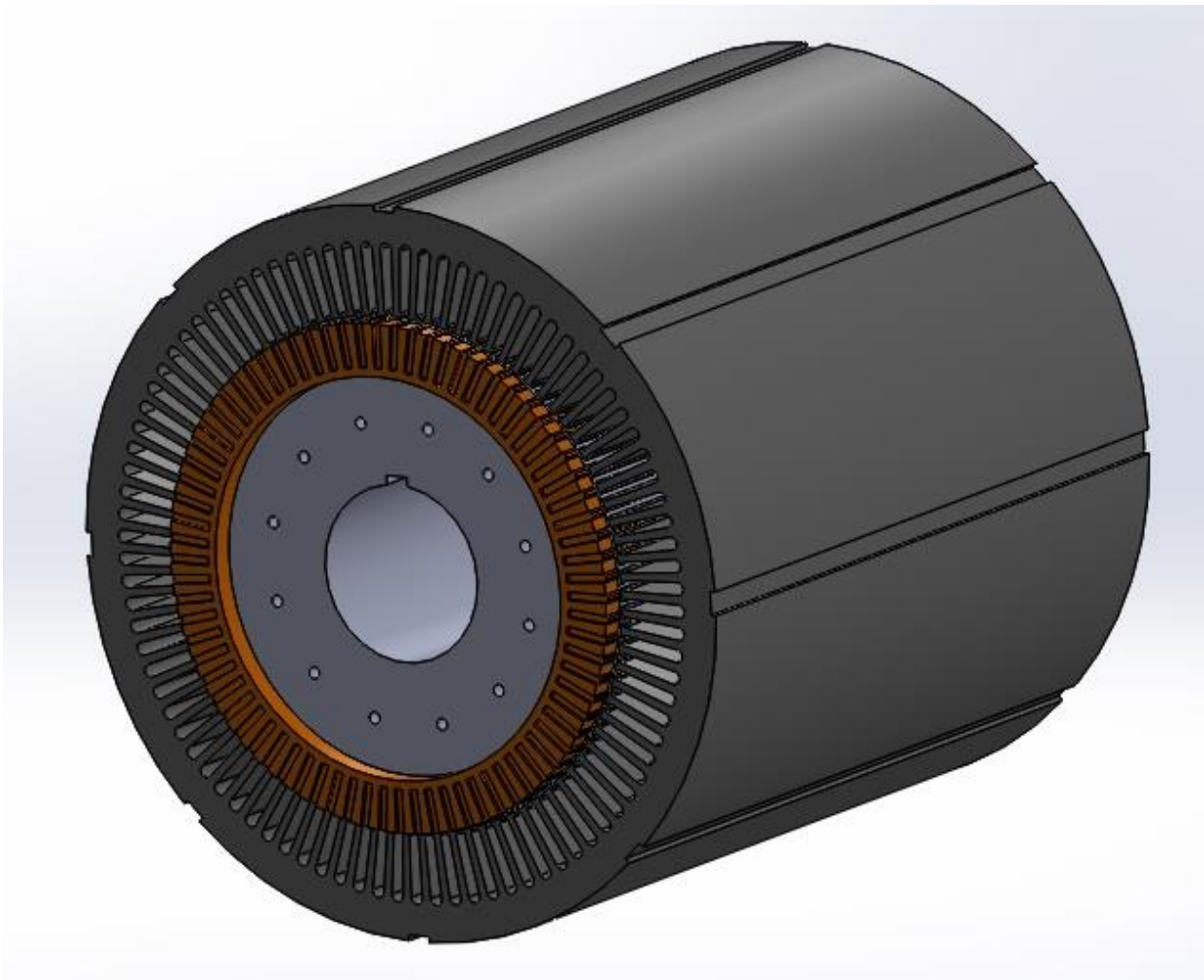
اطلاعات پیوست به این گزارش به شرح زیر است.

- ۱- نقشه لمینیشن استاتور و روتور با فرمت DWG
- ۲- نقشه سه بعدی میله های مسی روتور به همراه رینگهای انتهایی
- ۳- دیاگرام کامل سیم پیچی موتور با فرمت DWG

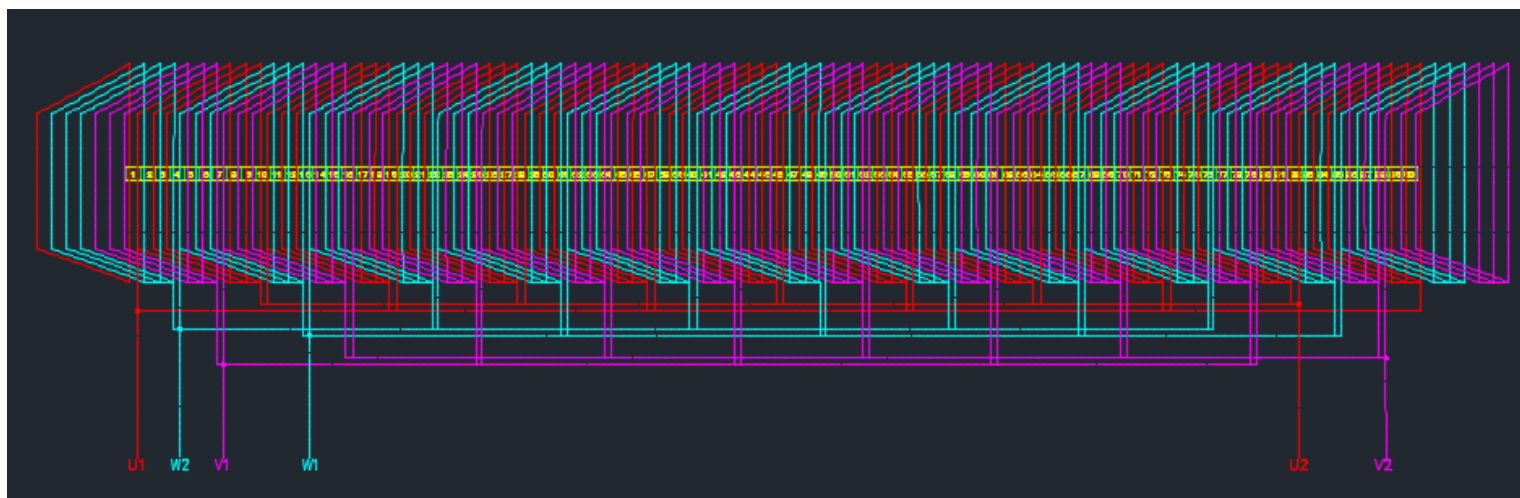
۱- نقشه لمینیشن استاتور و روتور



۲- نمایی از نقشه سه بعدی استاتور و روتور به همراه میله های روتور و رینگ انتهایی



۳- دیاگرام کامل سیم پیچی موتور با فرمت DWG

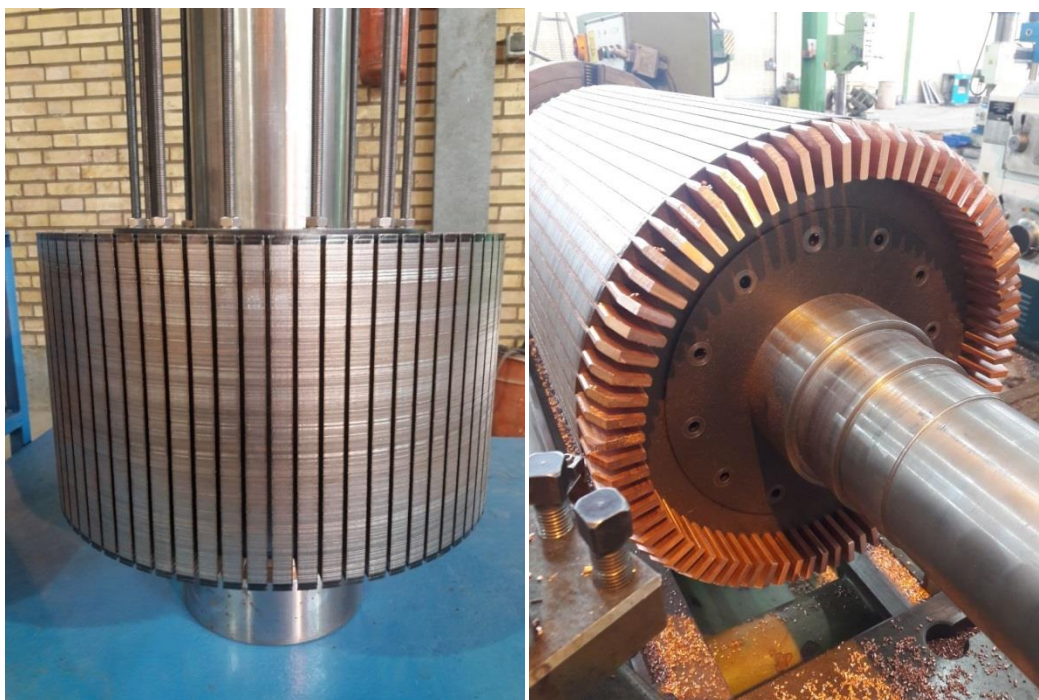


مراحل ساخت قطعات، مونتاژ نهایی و تست الکتروپمپ

ورق مغناطیسی با گرید M400-50A از بازار تهیه گردید و برای اطمینان از درست بودن و عملکرد مغناطیسی صحیح آن برای تست منحنی B-H و میزان تلفات به یکی از آزمایشگاههای مرجع ارسال گردید. پس از تایید ورق مطابق با نقشه طراحی ورقه های لمینیشن به تعداد لازم توسط دستگاه لیزر برش خوردند و تحویل کارگاه مونتاژ استاتور شدند. در کارگاه مونتاژ استاتور، لمینیشن های برش خورده با فیکسچر بر روی هم قرار گرفته و قسمتهای بیرونی آن جوشکاری گردید. در نهایت استاتور تکمیل گردید و برای عایق کاری و سیم پیچی آماده شد. عکسهای این مرحله در ادامه آمده است.



به همین ترتیب روتور نیز مونتاژ گردید و پس از مونتاژ میله های مسی تشکیل دهنده قفس موتور القایی نیز درون شیارهای روتور جاسازی گردید. عکس این مراحل در ادامه آورده شده است.



در پایان روتور و استاتور تکمیل شده در داخل پوسته به همراه قطعات الکتروپمپ مونتاژ شدند و جهت تست تحویل آزمایشگاه هیدرولیک شرکت راصد صنعت توسعه در اهواز شدند در آزمایشگاه عملکرد الکتروپمپ مطلوب گزارش شد و دبی آن مناسب و مطابق طراحی طراح الکتروپمپ اندازه گیری شد و افزایش دمای آن نیز مطلوب و در حد پذیرش قرار داشت. پس از انجام تست های نهایی الکتروپمپ کفکش تولید شده به منظور آبیاری مزارع نیشکر، تحویل شرکت کشت و صنعت نیشکر گردید.