

گزارش ساخت داخل

قطعات پمپ گردش آب بویلر (B.C.Pump)

حسام الدین البرزی

شرکت مدیریت تولید برق هرمزگان

چکیده

نیروگاه بندر عباس یکی از مهمترین نیروگاههای کشور و مهمترین نیروگاه جنوب شرق کشور می باشد. که علی رغم گذشت بیش از سی سال از زمان احداث آن چه در زمان جنگ تحمیلی و چه در حال حاضر نقش بسیار موثری را در تولید انرژی الکتریکی دارا می باشد. و به سبب فرسودگی در بخش های مختلف با کاهش توان تولیدی مواجه بوده است. جهت رساندن توان تولیدی به توان نامی، این شرکت اقدام به گردآوری لیست اشکالات و محدودیتهای خود نموده است که با بررسی بعمل آمده یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید، پمپهای آب گردش بویلر هستند. پمپهای آب گردش بویلر جزء پمپ های خاص می باشد که در شرایط فشار و دمای بسیار بالا کار می کند (آب با فشار 194.92 اتمسفر از پمپ خارج و دمای ۳۶۴ درجه سانتی گراد در حین کار دارد)، و با توجه به اینکه اختلاف دمای آب بویلر و پوسته پمپ ماکزیمم به ۵۰ درجه سانتی گراد می رسد، از متریال خاصی با درصد بالای کروم برای ساخت دیفیوزر، نازل، ایمپلر و شفت پمپ استفاده شده تا در شرایط دما و فشار بالا خواص مکانیکی ماده کاهش نیابد همچنین عایق بمدی سیم پیچی موتور با مهارت زیاد انجام شده و از ایجاد اتصال کوتاه در موتور آن جلوگیری می کند. از آنجاییکه پمپهای آب گردش بویلر دارای کاربرد دوگانه در نیروگاه های اتمی و نیروگاه های حرارتی که دارای بویلر های درام دار بوده قابل کاربرد است و با توجه تحریم های اعمال شده از سوی کشور های غربی، امکان تهیه قطعات و خرید از شرکت تولید کننده پمپ (K.S.B) میسر نبوده است، لذا برای دستیابی به قطعات یدکی پمپ و امکان تعمیر پمپ های معیوب، نسبت ساخت و تهیه قطعات برای اولین بار در کشور قطعات اقدام گردید. تاکنون بالغ بر ۳۰ درصد قطعات این پمپ در داخل طراحی شده و روند ساخت ۴۰ درصد سایر قطعات آن در حال انجام می باشد. ساخت این قطعات با مبالغ بسیار پایین تر نسبت به سفارشات خارجی این قطعات انجام شده است و موجب صرفه جویی ارزی بسیار بالا شده است.

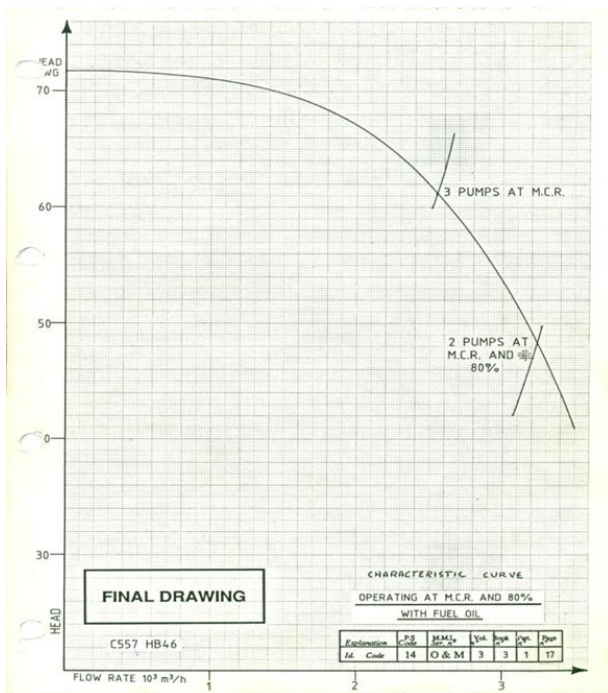
واژه‌های کلیدی: پمپ، بویلر، نیروگاه حرارتی بندرعباس.

۱- مقدمه

نیروگاه بندر عباس یکی از مهمترین نیروگاههای کشور و مهمترین نیروگاه جنوب شرق کشور می باشد. که علی رغم گذشت بیش از سی سال از زمان احداث آن چه در زمان جنگ تحمیلی و چه در حال حاضر نقش بسیار موثری را در تولید انرژی الکتریکی دارا می باشد. و به سبب فرسودگی در بخش های مختلف با کاهش توان تولیدی مواجه بوده است.

جهت رساندن توان تولیدی به توان نامی، این شرکت اقدام به گردآوری لیست اشکالات و محدودیتهای خود نموده است که با بررسی بعمل آمده یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید، پمپهای آب گردش بویلر^۱ هستند.

با بررسی وضعیت این پمپ ها در واحد های بخار نیروگاه بندرعباس، و در صورت خرابی یکی از پمپ های مذکور و آماده بودن سایر شرایط جهت بهره برداری از واحد، مقدار بار تولیدی واحد به میزان حداکثر ۸۰ درصد توان نامی توسط دو عدد پمپ می رسد (شکل شماره ۱) کاهش می یابد که این مشکل موجب کاهش حداقل ۶۵ مگاوات در بار نامی واحد می گردد. اثر خارج از سرویس بودن این پمپها، تنها به محدودیت تولید انرژی محدود نمی گردد و حتی پایین بودن راندمان این پمپها نیز سبب کاهش فشار ΔP گردیده (ارتفاع استاتیکی آب از ۶۱ به ۵۸ متر آب mWG کاهش داده) و پیامد آن آسیب دیدن لوله های واتر وال بویلر و اعمال هزینه های هنگفت برای بازسازی لوله های بویلر می باشد.



شکل ۱: نمودار کارکرد B.C.Pump ها و مینیمم اختلاف فشار

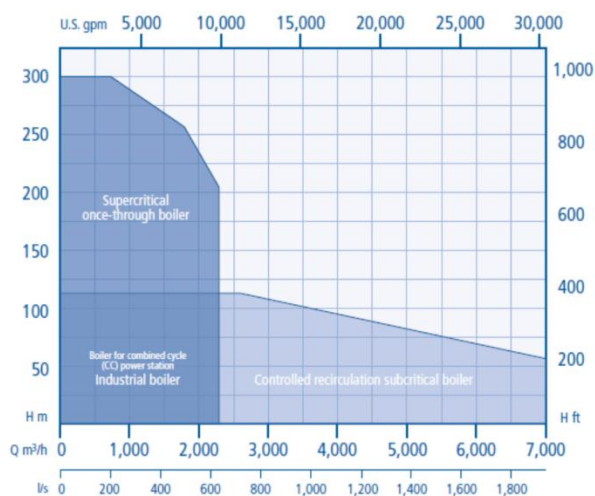
پیرو فرمایشات مقام معظم رهبری در سال تولید ملی و حمایت از کار و سرمایه ایرانی و در راستا رسیدن به حداکثر قابلیت اطمینان^۲ توان تولیدی و با توجه به تحریم های اعمال شده از سوی کشورهای غربی که موجب عدم دسترسی به خرید قطعات یدکی پمپهای آب گردش بویلر گردید، ساخت قطعات این پمپ به روش مهندسی معکوس برای اولین بار در کشور آغاز گردید.

پمپهای آب گردش بویلر جزء پمپ های خاص می باشد که در شرایط فشار و دمای بسیار بالا کار می کند (آب با فشار 194.92 اتمسفر از پمپ خارج و دمای ۳۶۴ درجه سانتی گراد در حین کار دارد)، و با توجه به اینکه اختلاف دمای آب بویلر

² Reliability

¹ B.C.Pump

بویلرهای یک مسیره^۳، بویلرهای چرخشی^۴ و بویلرهای سیکل ترکیبی^۵ استفاده نمود. (مطابق شکل ۲)



شکل ۲:

این پمپ ها دارای یک مسیر ورودی آب از سمت خروجی Down Comer درام بالا داسته و دارای دو مسیر خروجی آب می باشد که به درون درام پایین بویلر آب را هدایت می کند و افت فشار بوجود آمده در مسیرهای آب در لوله های بویلر را جبران می نماید.

و پوسته پمپ ماکزیمم به ۵۰ درجه سانتی گراد می رسد، از متریال خاصی با درصد بالای کروم برای ساخت دیفیوزر، نازل، ایمپلر و شفت پمپ استفاده شده تا در شرایط دما و فشار بالا خواص مکانیکی ماده کاهش نیابد همچنین عایق بمدی سیم پیچی موتور با مهارت زیاد انجام شده و از ایجاد اتصال کوتاه در موتور آن جلوگیری می کند. پس از آنالیز متریال قطعات، تعدادی از مواد مورد نظر قابل دسترسی نبوده است که از مواد با خواص مکانیکی و شیمیایی مشابه برای ساخت قطعات استفاده شده است.

از آنجاییکه پمپهای آب گردش بویلر دارای کاربرد دوگانه در نیروگاه های اتمی و نیروگاه های حرارتی که دارای بویلر های درام دار بوده قابل کاربرد است و با توجه تحریم های اعمال شده از سوی کشور های غربی، امکان تهیه قطعات و خرید از شرکت تولید کننده پمپ (K.S.B) میسر نبوده است، لذا برای دستیابی به قطعات یدکی پمپ و امکان تعمیر پمپ های معیوب، نسبت ساخت و تهیه قطعات برای اولین بار در کشور قطعات اقدام گردید.

تاکنون بالغ بر ۳۰ درصد قطعات این پمپ در داخل طراحی شده و روند ساخت ۴۰ درصد سایر قطعات آن در حال انجام می باشد. ساخت این قطعات با مبالغ بسیار پایین تر نسبت به سفارشات خارجی این قطعات انجام شده است و موجب صرفه جویی ارزی بسیار بالا شده است.

۲- پمپ های آب گردش بویلر

پمپ های آب گردش بویلر ، ساخت شرکت K.S.B. آلمان از نوع پمپ های عمودی می باشند که در مسیر خروجی آب از درام بالا بویلر به سمت درام پایین بویلر قرار گرفته و اختلاف فشار مورد نیاز برای چرخش آب در لوله های واتروال بویلر را فراهم می آورد.

شرکت K.S.B. آلمان جز شرکت های بنام در زمینه ساخت انواع پمپ و والو می باشد و در زمینه ساخت پمپ های سیکل بخار از جمله شرکت های پیشرو بوده است. با توجه به شرایط کارکرد و طراحی بویلر، از این نوع پمپ ها می توان در انواع

³ One-through boiler

⁴ Controlled recirculation subcritical boiler

⁵ Boiler for combined cycle

موجب ایجاد آسیب های جدی در پمپ ها می گردید که نیازمند انجام تعمیرات موثر با استفاده از قطعات یدکی بوده است.

با تحریم های اعمالی از سوی کشورهای غربی، امکان تهیه قطعات برای تعویض وجود نداشته است لذا برای تهیه این قطعات نسبت به ساخت آنها در داخل کشور برای اولین بار اقدام شد که نتایج ساخت تعدادی از قطعات ساخته شده تاکنون رضایت بخش بوده است.

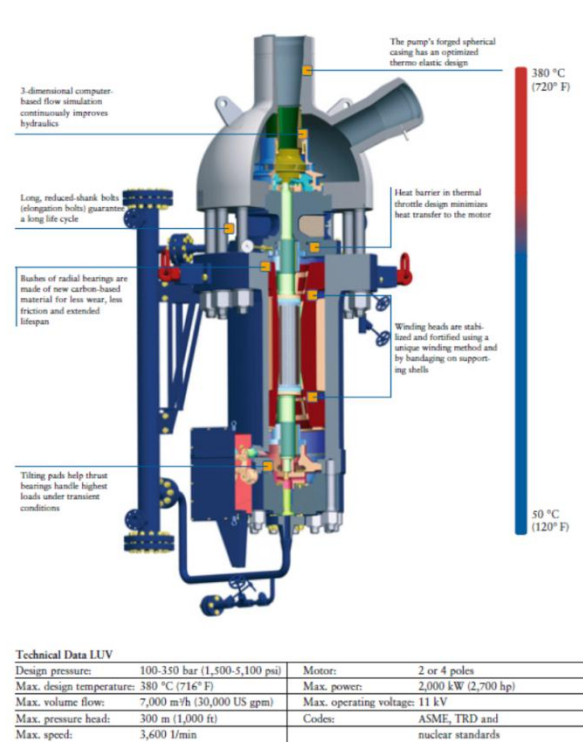
۳- ساخت قطعات پمپ آب گردشی سیکل

با توجه به عدم دسترسی به خرید قطعات یدکی پمپ آب گردشی سیکل از شرکت سازنده پمپ، روند ساخت قطعات این پمپ به روش مهندسی معکوس برای اولین بار در کشور آغاز گردید.

در همین راستا بالغ بر ۳۰ درصد از قطعات پمپ در داخل ساخته شده و روند ساخت سایر قطعات در حال انجام می باشد.

قطعات ساخته شده از آلیاژهای خاص بوده که قابلیت تحمل فشار و دمای بالا را داشته باشد. لیست قطعات ساخته شده و در حال ساخت این پمپ به شرح زیر می باشد که در ادامه به توضیح هر یک به صورت جداگانه پرداخته شده است (شکل شماره ۴: جانمایی قطعات ساخته شده پمپ):

- کفشک های یاتاقان تراست ، Pos.287.1,2
- روتور Pos.818, B.C.Pump
- ایمپلر پمپ، Pos.230
- نازل ورودی پمپ، Pos.138
- دیفیوزر پمپ، Pos.171
- یاتاقان های ژورنال روتور، Pos.310
- دفلکتور (Keep of Device)، Pos.270
- فلنج گلوبی (Locating Collar) ، Pos.528
- حلقه ورودی (Inlet Ring) ، Pos.131



شکل ۳:

در شکل ۳ برش خورده پمپ های آب گردشی سیکل ساخت شرکت K.S.B دیده می شود که با توجه به نوع پمپ، میتواند برای فشار ۱۰۰ تا ۳۵۰ بار طراحی گردد.

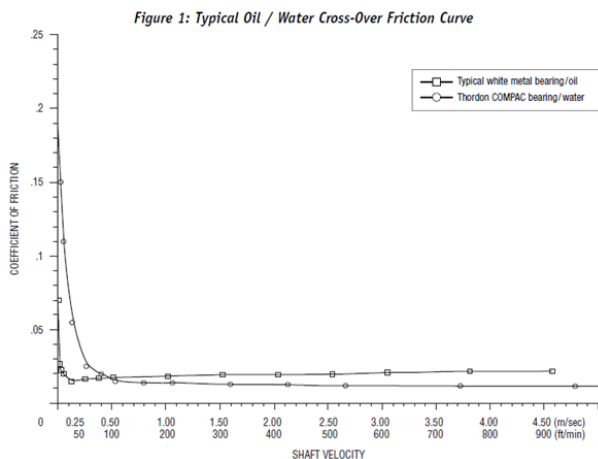
به دلیل شرایط کارکرد پمپ، دارای تکنولوژی خاص در ساخت بوده اند به گونه ای که مجموعه روتور و استاتور پمپ در آب قرار گرفته و خنک کاری یاتاقان های پمپ نیز توسط آب انجام می گردد. از آنجاییکه کلیه قطعات موتور و پمپ درون آب بوده، نیازمند آب بندی مناسب سیم پیچی استاتور و استفاده از عایق مناسب آن که قابلیت تحمل شرایط کاری پمپ را دارا باشد.



شکل ۴:

با گذشت مدت زمان طولانی از کارکرد واحد های بخار نیروگاه بندرعباس، پمپ های مذکور دچار استهلاک شده و این امر

های گرافیتی اشباع در نظر گرفته شد. این جنس که دارای کاربرد فراوان در نیروگاه های برق-آبی می باشد و از آن برای ساخت کفشک های توربین آبی و گسکت درپوش آنها استفاده می گردد و تحمل بالایی در برابر کارکرد در آب دارد. با مقایسه خواص مکانیکی جنس Thordon-SXL با ذغال های گرافیتی اشباع رزین مطابق جدول زیر، می توان این جنس را جایگزینی مناسب برای جنس کربن گرافیت اشباع با رزین در نظر گرفت و نمونه کفشک های یاتاقان بالا و پایین تراست ساخت داخل از جنس Thordon SXL انتخاب شد.

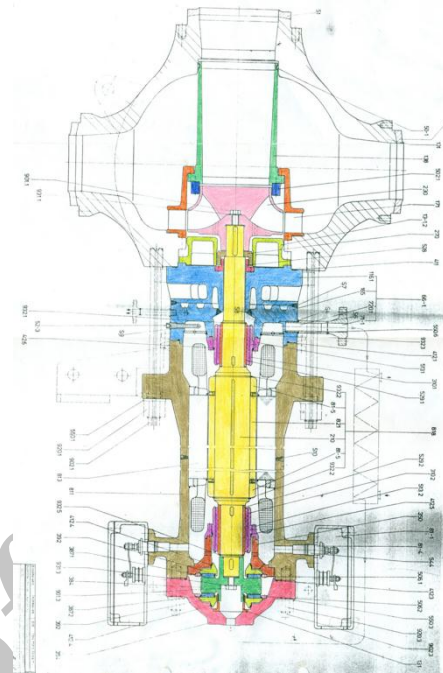


شکل ۶: نمودار مقایسه ضریب اصطکاک در جنس باییت و Thordon

با توجه به اینکه کفشک های یاتاقان تراست با استفاده از جنس Thordon SXL ساخته شده بود لذا جهت اطمینان از سختی و تحمل شرایط کارکرد آنها در پمپ، به مدت ۲۴ ساعت در آب جوش قرار داده شد و سختی هر دو قبل و بعد از قرار گیری در آب مورد مقایسه قرار گرفت. سختی هر دو جنس گرافیتی و اپوکسی قبل از قرار دادن در آب جوش و پس از آن اندازه گیری شده که مطابق جدول دو و طبق نمودار آن می باشد.

- رینگ نگهدارنده یاتاقان ژورنال (Insert Ring)
Pos.513.1,2

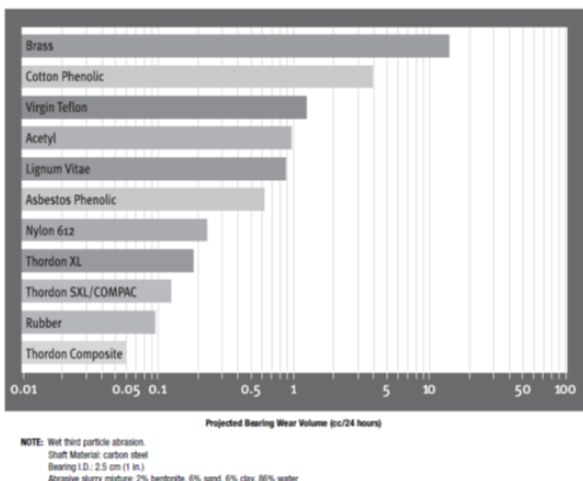
- رینگ نگهدارنده یاتاقان تراست (Retaining Ring)
Pos.506.1,2



شکل ۵: جانمایی قطعات ساخته شده پمپ

۳-۱- کفشک های تراست بیرینگ

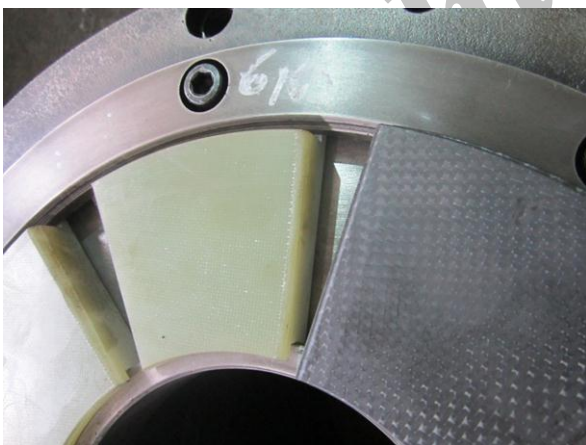
کفشک های پمپ آب گردشی جزء قطعات با مصرف بالا در پمپ های آب گردشی سیکل میباشند و به دلیل استفاده از آب به عنوان سیال روانکاری و اعمال فشار بالای وزن و نیروهای گریز از مرکز در پمپ که موجب اعمال نیروی محوری بالا در هنگام گردش پمپ و افزایش دمای یاتاقان تراست پمپ می شود، جنس خاص کربن گرافیتی (جنس Grade: EK2200) به همراه فیبرهای رزین تقویت کننده استفاده شده است. ذغال کربن گرافیتی با اشباع رزینی (جنس Grade: EK2200) از جنس خاص بوده که به دلیل دارا بودن تحمل گرمایی بالا در مقابل سایش از آن در صنایع هوایی و برای استفاده در لنت های ترمز هواپیما استفاده می شود. به دلیل تحریم های بوجود آمده دسترسی به این جنس دشوار بوده لذا تصمیم به جایگزینی جنس دیگر با خواص مکانیکی مشابه ذغال گرافیتی اشباع بجای آن گردید که دارای قابلیت یکسان در مقابل سایش و تحمل بالای دمایی باشد و بتوان از آن در ساخت کفشک های یاتاقان تراست پمپ گردشی بویلر استفاده نمود. پس از بررسی های انجام شده جنس Thordon SXL به عنوان جایگزین مناسب برای ذغال



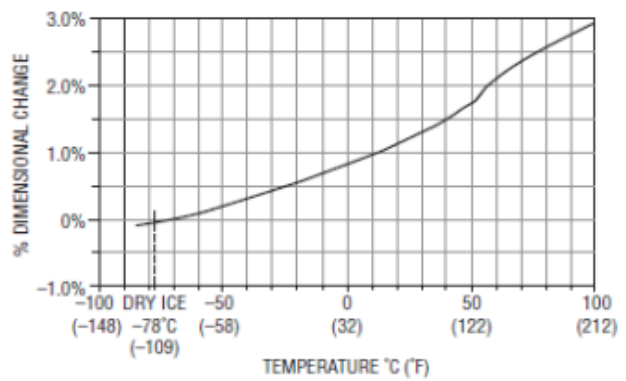
شکل ۹:

طبق آزمایشات انجام گرفته و مقایسه انجام شده این جنس و سایر مواد قابل استفاده به عنوان باییت فداشونده (مطابق با شکل ۹) می توان دریافت جنس پلیمری مورد استفاده به مراتب مقاومت بالاتری را در مواجهه با سایش دارا می باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده مشخص می گردد که میزان کاهش سختی در هر دو مدل کفشک به یک میزان بوده است که این میزان کاهش ناشی از دمای دما کفشک ها در زمان تست بوده است که پس از خنک شدن قطعه شرایط سختی بهبود یافته است.



شکل ۱۰: نمونه کفشک تراست از جنس کربن گرافیتی اشباع با رزین و از جنس پلیمری Thordon

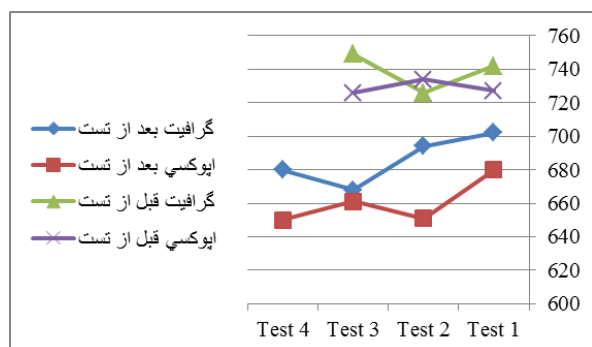


COEFFICIENT OF EXPANSION FOR TEMPERATURE RANGE			
<0°C (32°F):	10.9 x 10 ⁻⁶ (°C)	> 30°C (86°F):	21.1 x 10 ⁻⁶ (°C)
	6.1 x 10 ⁻⁶ (°F)		11.7 x 10 ⁻⁶ (°F)
0°C to 30°C:	15.1 x 10 ⁻⁶ (°C)		
(32°F to 86°F)	8.4 x 10 ⁻⁶ (°F)		

شکل ۷:

جدول ۱- مقادیر تست سختی سنجی برای دو جنس Epoxy Glass Laminate و مدل گرافیتی کفشک های تراست

ردیف	قبل از انجام تست گرما در آب		بعد از انجام تست گرما در آب (۲۴ ساعت)	
	سختی جنس گرافیتی	سختی جنس پلیمری	سختی جنس گرافیتی	سختی جنس پلیمری
۱	۷۴۲	۷۲۷	۷۰۲	۶۸۰
۲	۷۲۶	۷۳۴	۶۹۴	۶۵۱
۳	۷۴۹	۷۲۶	۶۶۸	۶۶۱
۴	-----	-----	۶۸۰	۶۵۰
میانگین	۷۳۹	۷۲۹	۶۸۶	۶۶۰.۵



شکل ۸:

پس از انجام مذاکرات اولیه، تصمیم به استفاده شفت در حال ساخت جهت استفاده در روتور معیوب ارسالی به آن شرکت پس از دریافت تایید نهایی و آماده سازی یک عدد روتور برای استفاده سریع تر در پمپ های نیروگاه گرفته شد. مقرر گردید پس از اتمام تراشکاری شفت و قبل از انجام عملیات سنگ زنی شفت، جهت اطمینان عملیات تنش زدایی (در صورت امکان تنش زدایی مکانیکی با اعمال شتاب لازم و در صورت عدم امکان توسط تنش زدایی حرارتی) در شفت روتور انجام گردد. همچنین پس از اعلان موافقت نیروگاه نسبت به انجام تخریب قسمتی از شفت معیوب روتور جهت انجام تست های مکانیکی و مقایسه با شفت مورد استفاده اقدام گردد.



شکل ۱۱: نصب کفشک های تراست با نمونه جدید بر روی قطعات پمپ

۲-۳- روتور Pos.818

پس از بازدید کلی از سایت کارخانه، به محل ساخت روتور پمپ گردش آب بویلر رفته و از روند ساخت روتور پمپ گردش آب بویلر بازدید گردید. با بازدید بعمل آمده مشخص شد روتور بارها پس از خارج نمودن رینگ های نگهدارنده^۶ بیرون آورده شده و شفت آن دمونتاز گردیده است. قسمت های مختلف شفت اندازه گیری شده و نقشه های اولیه شفت تهیه شده است و بر اساس نقشه های بدست آمده تراش اولیه یک عدد شفت برای روتور پمپ گردش آب بویلر انجام گردیده است و در حال آماده سازی برای تراشکاری نهایی شفت روتور می باشد. تعدادی از روتور بارهای معیوب روتور تعویض شده و روند ساخت شفت جدید و ساخت روتور آن در حال انجام می باشد.



شکل ۱۳: تراشکاری اولیه شفت روتور پمپ و آماده سازی برای تنش زدایی ز شفت جهت تراش نهایی

۳-۳- ایمپلر پمپ Pos.230

در زمان اورهال واحد یک، یک عدد از پمپ های آب گردش بویلر دچار آسیب دیدگی شده بود، لذا روند ساخت ایمپلر پمپ بر اساس نمونه های موجود از روی یک پمپ برداشته شده و نقشه های ایمپلر توسط اسکن ۳ بعدی از قطعه کشیده شد، همچنین و پس از تایید اندازه های آن روند ساخت این قطعات در شرکت پیمانکار آغاز گردید.

نمونه قطعات آسیب دیده برای تست و آنالیز جنس به آزمایشگاه ذیصلاح ارسال شد که پس از تعیین جنس آن، با جنس تعیین شده از سوی شرکت سازنده (جنس ارائه شده 1.4027.92 معرفی شده) مطابقت داده شود که نتایج آزمایش جنس ماده مورد استفاده در ساخت آلیاژ آن بکار برده شد (جدول شماره ۱). آلیاژ انتخابی توسط دستگاه های سانتریفیوژ برای همگن بودن مواد ساخته شده ریخته گری شد. پس از اتمام عملیات ریخته گری، برای تراشکاری توسط دستگاه CNC نمونه ۳ بعدی قطعه از روی نقشه آن تراش داده شد و پس از آن بالانس دینامیکی گردید.



شکل ۱۲: دمونتاز شفت از روتور معیوب پمپ گردش آب بویلر و آماده سازی ساخت روتور جدید

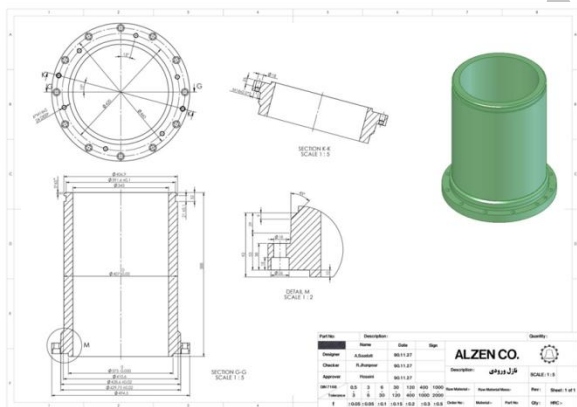
⁶ Retaining Rings

(MPa)			
Tensile Stress (MPa)	590	790	--
Elongation (%)	12.0	--	--
Hardness (HB)	170	240	--

پس از ساخت یک ست از نازل و ویرینگ پمپ، قطعات ساخته شده در واحد و بر روی پمپ آسیب دیده نصب شدند و مورد تست قرار گرفت. نتایج ساخت و نصب این قطعه در محل پمپ رضایت بخش بوده است.



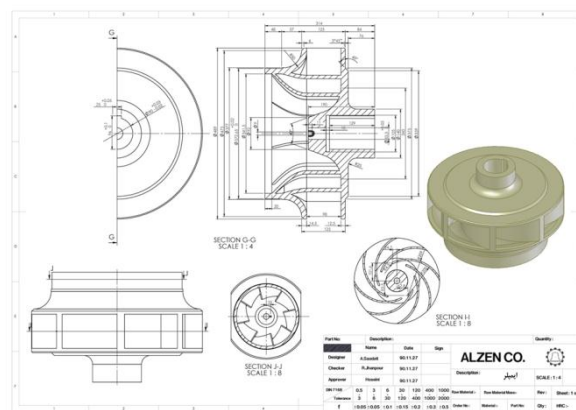
شکل ۱۵: نمونه نازل ساخته شده و ویرینگ پروانه پمپ



شکل ۱۶: نقشه ساخت نازل ورودی پمپ

۳-۵- Pos. 171 دیفیوزر پمپ

دیفیوزر پمپ آب گردشی بویلر از ۳ قسمت جدا و شبیه به هم ساخته شده است. جنس این قطعه نیز مطابق با جنس پروانه و نازل پمپ از نوع آلیاژ فولادی با درصد کروم بالا مقاوم در برابر سایش در نظر گرفته شده است.



شکل ۱۴: نقشه اسکن شده از پروانه پمپ گردش آب بویلر

با اتمام روند ساخت، پروانه ساخته شده به همراه دیفیوزر و نازل ساخته شده آن بر روی پمپ آسیب دیده واحد یک نصب گردید که نتایج نصب این قطعات رضایت بخش بوده است.

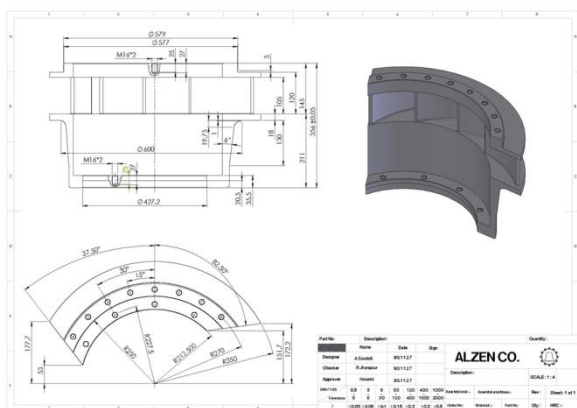
هزینه های ساخت آن به مراتب پایین تر از نمونه های خارجی دریافت شده بود بطوریکه با مقایسه قیمت های ساخت آن و قیمت خارجی می توان دریافت با هزینه حدود ۴۰ درصد قیمت خارجی این قطعه ساخته شده است و صرفه جویی قابل قبولی را برای کشور به همراه داشته است.

۳-۴- نازل ورودی پمپ Pos.138

با خرابی پمپ آب گردشی بویلر شماره یک واحد یک، در زمان اورهال آن از پمپ های آب گردشی بویلر دچار آسیب دیدگی از ناحیه نازل، دیفیوزر و ایمپلر شده، لذا روند ساخت نازل بر اساس نمونه های موجود از روی یک پمپ برداشته شده و نقشه های نازل ورودی از نمونه ارائه شده رسم گردید، پس از تایید اندازه های آن روند ساخت این قطعات در شرکت پیمانکار آغاز گردید. جنس ماده ارائه شده برای این قطعه توسط شرکت سازنده 1.4027.92 معرفی شده که از نوع آلیاژی و با خاصیت تحمل سایش بالا می باشد. خواص مکانیکی و شیمیایی این ماده به شرح جدول زیر می باشد.

جدول ۲- جدول آنالیز متریال جنس پیشنهادی برای پروانه، نازل و دیفیوزر پمپ

1.4027 , Corrosion Resistant Steel	Material		
Components for pumps, water turbines, valves, fittings.	Application		
Chemical composition (%)			
Criteria	Min.	Max.	Approx.
C	0.16	0.23	--
Si	--	1.00	--
Mn	--	1.00	--
P	--	0.045	--
S	--	0.03	--
Cr	12.50	14.50	--
Ni	--	1.00	--
Mechanical Properties (for Annealed and Tempered)			
Yield Stress	440	--	--



شکل ۱۹: نقشه سه بعدی اسکن شده از یک قطعه دیفیوزر



شکل ۲۰: دیفیوزر ساخته شده از روی مدل ارائه شده پس از اتمام تراشکاری قطعه در دستگاه تراش اتوماتیک

با اتمام نقشه برداری و تابید نهایی قطعه، آلیاژ قطعه ریخته گری شد و برای تراش نهایی توسط دستگاه CNC، زبری سطوح به حد مجاز برای دیفیوزر کاهش داده شد. پس از ساخت یک ست از دیفیوزر پمپ، قطعات ساخته شده در واحد و بر روی پمپ آسیب دیده نصب شدند و مورد تست قرار گرفت. نتایج ساخت و نصب این قطعه در محل پمپ رضایت بخش بوده است.

۳-۶- یاتاقان های ژورنال روتور Pos. 310

یاتاقان های ژورنال در پمپ های آب گردشی سیکل از جنس خاص و در بسیاری از موارد از جنس کربن اشباع با رزین می باشند و به دلیل استفاده از آب به عنوان سیال روانکاری و اعمال فشار ناشی از چرخش روتور پمپ و روی گریز از مرکز موجب ایجاد نیروهای شعاعی می شود که این نیروها در بخش یاتاقان ژورنال پمپ اعمال مبد گردند. در هنگام گردش پمپ ارتعاشات بالا در این ناحیه ایجاد شده که به مرور زمان و عدم کارکرد مناسب پمپ موجب خرابی یاتاقان ها می شود، به



شکل ۱۷: نصب دیفیوزر پمپ در داخل پوسته ، سه قطعه به صورت جداگانه در محل نصب می شود.

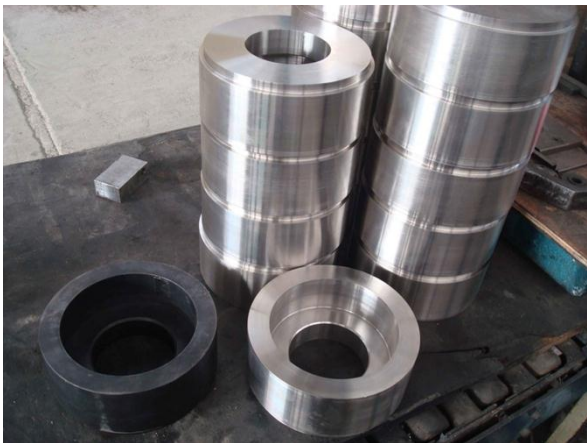
در زمان خرابی پمپ واحد یک، پمپ آب گردشی بویلر دچار آسیب دیدگی از ناحیه نازل، دیفیوزر و ایمپلر شده بود، و از آنجاییکه در قطعات یدکی پمپ نبوده و امکان تهیه این قطعات از شرکت سازنده وجود نداشته است، بر اساس نمونه های موجود از روی یک پمپ برداشته شده و نقشه های دیفیوزر از نمونه ارائه شده رسم گردید. به دلیل استفاده از جنس 1.4027.92 (خواص مکانیکی مطابق با جدول شماره ۱) روند نقشه برداری و نقشه تهیه گردید و سپس ریخته گری انجام شد.



شکل ۱۸: آسیب دیدگی دیفیوزر پمپ در اثر برخورد پروانه و خرابی نشیمنگاه ها و محل اتصال دیفیوزر به پوسته پمپ

آن ، دارای حدود معین می باشد و این قطعه در اثر ارتعاشات وارده به پمپ دچار برخورد به قطعات مجاور و سایش بر روی آن می شود، تعداد بسیار زیادی از این قطعات معیوب گشته بود که روند ساخت آن در داخل پس از آنالیز جنس ماده و انتخاب جنس متناسب با آن، آغاز گردید.

با اندازه گیری قطعه نقشه آن رسم گردید، شرکت سازنده پمپ، جنس قطعه را ZS 15 V اعلام کرده بود که برای دقت بیشتر جنس قطعه مورد آنالیز قرار گرفت. پس از بررسی ها مشخص شد که جنس قطعه در داخل کشور قابل دسترسی نمی باشد لذا از جنس جایگزین که دارای خواص مشابه بوده استفاده گردید. روند ساخت این قطعات در حال انجام می باشد.



شکل ۲۲- نمونه های دفلکتور ساخته شده

۳-۸- فلنج گلوبی^۸، Pos.528

فلنج گلوبی یک قطعه محافظ می باشد که بر روی بدنه پمپ و مابین پروانه و استاتور قرار می گیرد. این قطعه به همراه دفلکتور و قطعه فلنجی شکل محافظ ۱۲-۱۳ شکل ماریپیچ و حالت فشار شکن می گردد که با ایجاد افت فشار بالا مانع ورود آب خروجی پروانه با فشار و دمای بالا از پمپ به داخل محفظه روتور و استاتور می شود. به همین دلیل فواصل بین این قطعه و قطعات مرتبط با آن (Keep of device و قطعه ۱۲-۱۳) دارای اهمیت خاص بوده و در صورت افزایش این مقادیر لقی، امکان ورود آب اضافی از سوی بویلر به داخل موتور و ایجاد خرابی های تدریجی موتور را به همراه خواهد داشت.

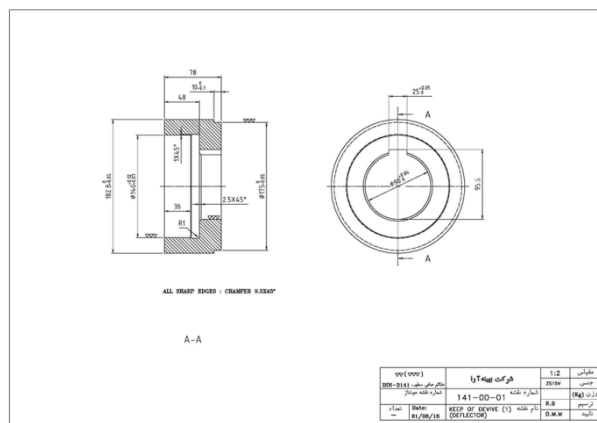
با توجه به حساسیت اندازه های این قطعه و ایجاد لقی مجاز در پمپ و از آنجاییکه در زمان کارکرد طولانی مدت، سایش و

دلیل استفاده از روان کننده آب در موتور و اعمال نیروی زیاد به باتاقان ها و ایجاد دمای بالا از جنس خاص کربن گرافیتی (جنس Grade: EK2200) به همراه فیبرهای رزین تقویت کننده برای بخش فداشونده یاتاقان استفاده شده است.

ذغال کربن گرافیتی با اشباع رزینی (جنس Grade: EK2200) از جنس خاص بوده که به دلیل دارا بودن تحمل گرمایی بالا در مقابل سایش از آن در صنایع هوایی و برای استفاده در لنت های ترمز هواپیما استفاده می شود. به دلیل تحریم های موجود آمده دسترسی به این جنس دشوار بوده است. با پیگیری های مستمر، جنس گرافیت معادل با جنس مورد استفاده، انتخاب گردید. یاتاقان ژورنال از روی مدل مناسبت اندازه گیری شده و پس از نقشه برداری از قطعه، روند ساخت یاتاقان های ژورنال پمپ در حال انجام می باشد.

۳-۷- دفلکتور^۷، Pos.270

دفلکتور یک قطعه محافظ می باشد که بر روی شفت روتور در ناحیه بالا آن، و زیر پروانه نصب می شود و به همراه Locating Collar و قطعه فلنجی شکل محافظ ۱۲-۱۳ شکل ماریپیچ و حالت فشار شکن می گردد که با ایجاد افت فشار بالا مانع ورود آب با فشار و دمای بالای بویلر به داخل محفظه روتور و استاتور پمپ می شود به همین دلیل فواصل بین این قطعه و قطعات مرتبط با آن (Locating Collar و قطعه ۱۲-۱۳) دارای اهمیت خاص می باشد و در صورت افزایش این مقادیر لقی، امکان ورود آب اضافی از سوی بویلر به داخل موتور و اشکالات ناشی از آن می گردد

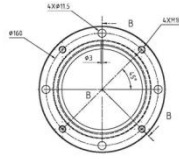
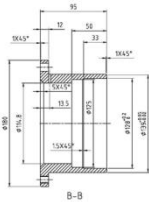


شکل ۲۱:

از آنجاییکه قطر داخلی و خارجی دفلکتور دارای مقادیر مشخص و اختلاف قطر این قطعه با قطعات نصب شده بر روی

⁸ Locating Collar

⁷ Keep of Device



ALL SHARP EDGES - CHAMFER 0.5X45°

شماره نقشه	1:2	فرمت نقشه	001 (000)
000-3341	2009	1421-00-02	محل مکانی قطعه
000-3341	8.8	Steel Ring	مکان نام قطعه
000-3341	10.5M		مکان نام قطعه

شکل ۲۴:



شکل ۲۵- تراشکاری اولیه قطعات حلقه ورودی و قبل از سوراخکاری و پرداخت نهایی

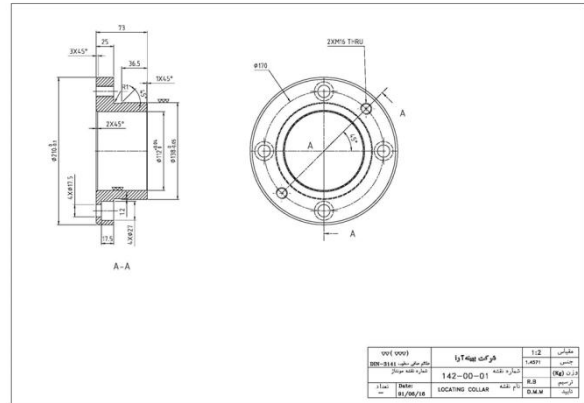
۳-۱-۰- رینگ نگهدارنده یاتاقان ژورنال Pos.513,1,2^{۱۰}

این رینگ بر روی بدنه پمپ نصب می شود و یاتاقان ژورنال را در بدنه پمپ نگهداری می کند. به دلیل تعویض های مکرر یاتاقان های ژورنال پمپ که موجب ضربه زدن که این قطعات شده بود و خرابی اکثر آنها، روند ساخت آنها جهت افزایش موجودی قطعات و استفاده در صورت لزوم انجام گردید.

در ابتدا نقشه ساخت قطعات، رسم شد. جنس ارائه شده توسط سازنده ZSG 18 V عنوان شده بود که پس از آنالیز قطعه و مشخص شدن خواص آن، برای ساخت قطعه از جنس A316 L استفاده گردید که دارای مقاومت لازم در آب و در داخل پمپ را دارا باشد.

¹⁰ Insert Ring

خرابی در بسیاری از این قطعات بوجود آمده بود، برای اطمینان از کارکرد صحیح و با توجه به عدم موجودی قطعات نو، نسبت به ساخت آنها اقدام گردید است. در ابتدا نقشه های قطعه مذکور رسم گردید و با انجام آنالیز جنس، جنس مناسب برای ساخت انتخاب شد و روند ساخت و تراشکاری آن در حال انجام می باشد.



شماره نقشه	1:2	فرمت نقشه	001 (000)
000-3341	2009	1421-00-01	محل مکانی قطعه
000-3341	8.8	LOCATING COLLAR	مکان نام قطعه
000-3341	10.5M		مکان نام قطعه

شکل ۲۳- نقشه ساخت Locating Collar

۳-۹- حلقه ورودی؛ Pos.131

این قطعه در قسمت پایین پمپ و در مسیر ورودی آب از کولر به داخل پمپ نصب می شود و به عنوان هدایت کننده آب از کولر به داخل کلار تراست عمل می کند. در زمان کارکرد، ارتعاشات پمپ موجب سایش آن در اثر برخورد با ورودی آب به کلار تراست می گردد. در صورت خرابی آن هدایت آب به داخل کلار تراست جهت چرخش آب خنک کن در داخل موتور به درستی انجام نمی گردد و عملکرد آنها با مشکل مواجه می کند.

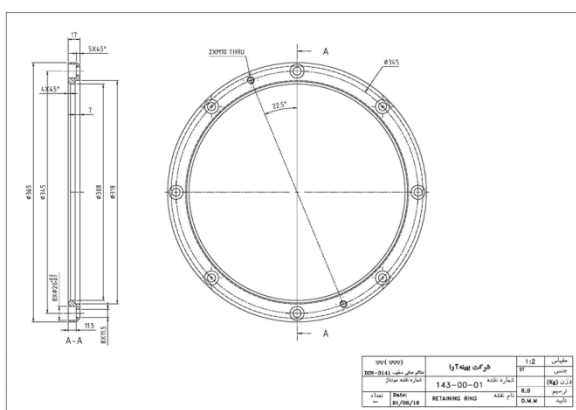
از آنجاییکه موجودی این قطعات به اتمام رسیده بود نقشه های قطعه از روی قطعات معیوب رسم شد و اصلاحات لازم برای اندازه های لقی مجاز در آن در نظر گرفته شده و نسبت به ساخت و تراشکاری آن پس از انجام آنالیز جنس و انتخاب آلیاژ برای ساخت اقدام گردید.

⁹ Inlet Ring

۳-۱۱- رینگ نگهدارنده یاتاقان تراست^{۱۱}

این رینگ پس از نصب یاتاقان تراست بر روی کفشک های تراست نصب می شود و نگهدارنده آنها می باشد. با انجام تعمیرات متوالی بر روی پمپ ها و دمونتاژ این قطعه برای تعویض کفشک های یاتاقان تراست، تعدادی از آنها در پمپ های آب گردشی سیکل معیوب می باشد که نیازمند قطعه یدکی و تعویض در زمان مناسب است.

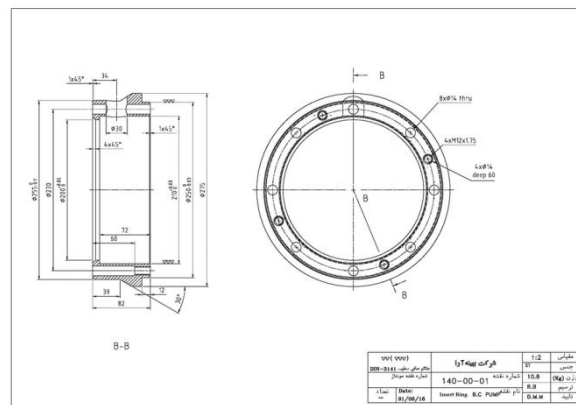
لذا با توجه به عدم موجودی این قطعات در انبار نسبت به ساخت آنها اقدام گردیده است. در ابتدا نقشه قطعه رسم گردیده و بر اساس نقشه ترسیمی، روند ساخت قطعه در حال انجام می باشد.



شکل ۲۹: نقشه ساخت رینگ نگهدارنده یاتاقان تراست

۴- نتیجه گیری

از آنجاییکه پمپهای آب گردشی بویلر دارای کاربرد دوگانه در نیروگاه های اتمی و نیروگاه های حرارتی که دارای بویلر های درام دار بوده قابل کاربرد است و با توجه تحریم های اعمال شده از سوی کشور های غربی، امکان تهیه قطعات و خرید از شرکت تولید کننده پمپ (K.S.B) میسر نبوده است، لذا برای دستیابی به قطعات یدکی پمپ و امکان تعمیر پمپ های معیوب، نسبت ساخت و تهیه قطعات برای اولین بار در کشور قطعات اقدام گردید. تاکنون بالغ بر ۳۰ درصد قطعات این پمپ در داخل طراحی شده و روند ساخت ۴۰ درصد سایر قطعات آن در حال انجام می باشد. ساخت این قطعات با مبالغ بسیار پایین تر نسبت به سفارشات خارجی این قطعات انجام شده است و موجب صرفه جویی ارزی بسیار بالا شده است. لازم به ذکر است قطعات ساخت داخل نصب شده بر روی



شکل ۲۶: نقشه ساخت رینگ نگهدارنده یاتاقان ژورنال



شکل ۲۷: تراشکاری اولیه و سوراخکاری قطعات و آماده سازی برای پرداخت سطوح



شکل ۲۸: ساخت و تراشکاری نهایی رینگ نگهدارنده یاتاقان ژورنال

¹¹ Retaining Ring

پمپ های گردش بویلر نیروگاه حرارتی بندرعباس با نمونه
های خارجی خود کاملاً برابری می کند.

Archive of SID