ساخت رتور و سیم پیچی الکتروموتور گردش آب بویلر B.C.P

(Boiler Circulating Pump)

غلامحسین سالاری سید محسن حسینی

شرکت مدیریت تولید برق هرمزگان

چکیده:

در بعضی از صنایع نیروگاهی کشور الکتروپمپ های خاصی جهت گردش اجباری آب در لوله های واتروال استفاده شده است. ساختمان و قطعات داخلی این الکتروموتور به جهت عبور آب از داخل استاتور آن متفاوت است. هدف این مقاله ارائه گزارشی از کارهای انجام شده جهت تعمیر و ساخت این الکتروموتور در نیروگاه بندرعباس است. نتایج حاصل، آشنایی در تعمیر و سیم پیچی استاتور و رتور چندین دستگاه و شناخت و آنالیز قطعات بکار رفته جهت ساخت کامل این الکتروموتور در داخل کشور است.

واژه‌های کلیدی: هسته، مغناطیس، هارد رابر، B.C.P

۱- مقدمه

الکتروموتور مورد مطالعه در بسیاری از مراکز صنعتی چون نیروگاه بندرعباس، نیروگاه حرارتی اسلام آباد اصفهان و نیروگاه حرارتی تبریز مورد استفاده قرار گرفته است و دارای شرایط خاص کاری از جهت پیچیدگی، ساخت و نگهداری می باشد. به همین جهت ساختمان و تعمیرات آن با دیگر الکتروموتورها متفاوت می باشد. این الکتروپمپ در مسیر درام بالا و پایین بویلرهای درام دار قرار گرفته و آب بویلر را سیرکوله می کند و در حین کار مقداری از این آب سیرکوله وارد استاتور میگردد. با توجه به ساخت این الکتروپمپ ها توسط کشورهای خارجی و تحریم های اخیر و تاکید برنامه های بالادستی نسبت به تولید و ساخت داخل و قطع وابستگی

از کشورهای خارجی، ساخت قطعات و سیم پیچی آن در اولویت کاری نیروگاه قرار گرفت.

بجهت یک تکه بودن روتور و نصب پروانه در انتهای آن و قرار داشتن در سیکل آب بویلر، انجام هرگونه تعمیرات و باز و بستن الکتروموتور حداقل یک هفته زمان نیاز دارد و منوط به خارج کردن واحد است و از طرفی دارای وزن حدود ۱۱ تن بوده که در زیر بویلر طبقه سوم نصب می باشد. به جهت قرار داشتن این الکتروموتور در چرخه تولید و نقش اساسی آن در سیرکوله آب داخل لوله های WATER WALL نبود یک دستگاه باعث محدودیت بار و دو دستگاه بر روی یک واحد باعث تریپ و عدم راه اندازی واحد می گردد. سازنده این نوع الکتروپمپ ها شرکت KSB آلمان است و به جهت نوع قطعات مصرفی و سیستم خاص چرخش آب در سیم پیچی استاتور و آب بندی و فشار بالای داخل آن و جنس سیم و عایق و قطعات هارد رابر آن خاص و منحصرمی باشد و تهیه قطعات آن در شرایط فعلی تحریم بسیار سخت و هزینه بر است. در چند سال گذشته بی سی پمپ ها بعنوان نقطه ضعف و بحران در بویلر های نیروگاه بندرعباس تبدیل شده اند و محدودیت

Archive of SID

www.SID.ir

های تولید قابل توجهی را در تابستان ها به نیروگاه تحمیل نموده اند.

شکل ۱: عکس استاتور و رتور B.C.P

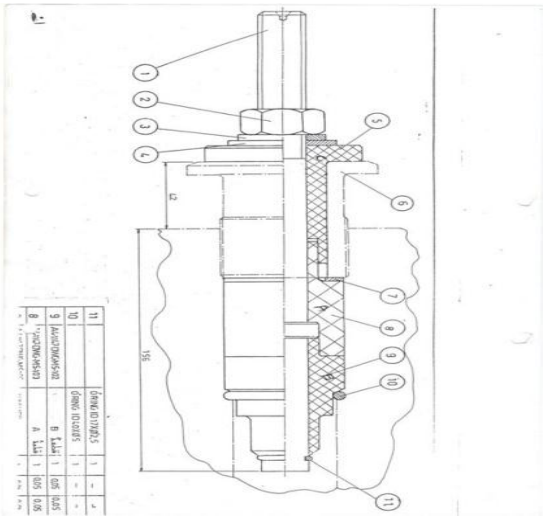
۲- شناخت مواد و قطعات

جهت بدست آوردن جنس مواد و قطعات مصرفی و چگونگی تعمیر این الکتروپمپ زمان و انرژی زیادی صرف گردیده که جنس مواد بکاررفته از طریق فرستادن نمونه قطعات به آزمایشگاهها و مهارت تعمیر بخاطر علاقه و انگیزه، کوشش بالای متخصصان نیروگاه حاصل شده در اینجا شرح کوتاهی از مواد مصرفی جهت سیم پیچی استاتورآورده شده است:

۲-۱- بوشینگ

اجزاء بوشینگ عبارتند از: ۱- میله مسی ۲- مهره مسی ۳- واشر مسی کوچک ۴- واشر مسی بزرگ ۵- قطعه C ازجنس هاردرابر ۶- مهره بزرگ استیل ۷- واشر برنجی ۸- قطعه A از جنس هارد رابر ۹- قطعه B از جنس هارد رابر ۱۰- اورینگ بزرگ ۱۱- اورینگ کوچک

قطعات A.B.C از ماده ای بنام ابونیت SBR ساخته شده که جنس آن کاملاً صلب و سخت و در شرایط کاری الکتروموتور تقریباً هیچ گونه تغییرات فیزیکی و شیمیایی از خود نشان نمی دهد.



شکل ۲: بوشینگ

۲-۲- سیم مسی با عایق دوجداره

در سیم پیچی این الکتروموتور از سیم مخصوص Winding Wire PE2/PA استفاده شده که ساخت کارخانه (N.S.W، Nippon System Ware) آلمان می باشد این سیم دارای دو روکش است که لایه زیرعایق اصلی و لایه رو محافظ آن محسوب می شود و جنس آن از پلی اتیلن سفید رنگ است و قطر سیم ۴ میلیمتر می باشد.

۲-۳- نوار سفید رنگ Splicing Tape 19mm*0.76*9m

این عایق از جنس پلی اتیلن سفید رنگ بوده و قابلیت انعطاف بیشتری دارد و جهت عایق کاری اصلی بر روی سیم مسی یا عایق کاری نهایی بر روی سر فازها استفاده می شود.

۲-۴- خمیر آب بندی خاکستری رنگ

نام این خمیر Sealing Material می باشد و برای پر کردن فضای خالی بین سر فازهایی که به بوشینگ جوش داده می شود به کار می رود. از این خمیر برای آب بندی کابل های زیر دریا نیز استفاده می شود و قابلیت فلکسیبلی دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۵- نوار عایق مشکی رنگ Tape Ptee Scotch 60

این عایق از جنس پلی اتیلن مشکی رنگ بوده و قابلیت انعطاف کمتری نسبت به نوار اولی دارد، اما استحکام مکانیکی آن بیشتر بوده و به عنوان محافظ بر روی نوار Splicing Tape پیچیده می شود.

۲-۶- نوار نخ بندی

این نوار به نام Kevlar یا Aramid Screen معروف می باشد و بسیار محکم و غیر قابل پوسیدن می باشد و به جای آن می توان از وارنیش ابریشمی نیز استفاده نمود.

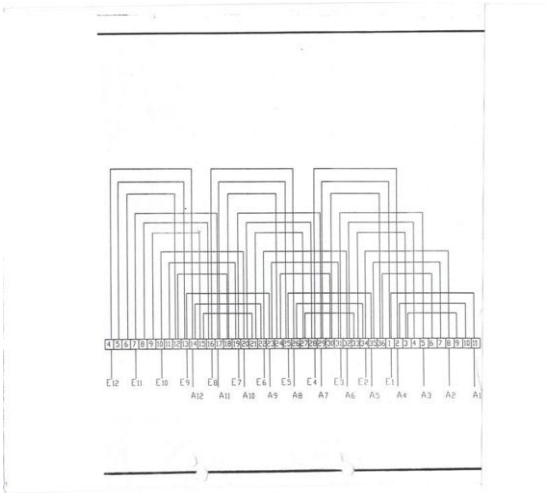
۲-۷- اورینگ نگهدارنده گوه ها

این اورینگ از جنس پلی امید به قطر ۴,۱ میلیمتر می باشد که به جای آن می توان از قلم جوش P.V.C استفاده کرد و برای جلوگیری از حرکت طولی گوه ها می باشد. در داخل شیار استاتور از **نومکس** با ضخامت ۰,۱۴ میلیمتر و در کف جهت جلوگیری از زخمی شدن سیم و تحمل فشارمکانیکی از فیبر Iso Class یا فیبراستخونی با الیاف به ضخامت ۳ میلیمتر استفاده شده است.

۲-۸- سیم پیچی استاتور

از طرفی به علت قطر کم داخلی استاتور (250mm) و طول زیاد استاتور (2043mm) ونوع سیم بکار رفته در آن و عدم دسترسی به شیارهای استاتور نوع سیم پیچی آن را متفاوت و منحصر به فرد کرده است. بعد از عایق بندی شیارها با نومکس و فیبر انتهای تیز لبها شیارها را بایستی با پوشش خاص از حالت تیزی خارج و پخ مانند کنیم و یک میله استیل صاف به طول ۲۰ سانتیمتر بلند تر از طول هسته و هم سایز قطر سیم سیم پیچی تهیه گردد و لبه های میله استیل کاملاً کونیک و عاری از هر گونه زبری و اصطحکاک پخ و آماده می کنیم، طول سیم مسی مخصوص سیم بندی را ۵۳ متر برش می زنیم و با رعایت گام سیم بندی (۱ به ۱۱، ۲ به ۱۰، ۳ به ۹) مانند نخ و سوزن سیم را از داخل سیارها با رعایت نکات فنی و دقت جهت جلوگیری از بین نرفتن روپوش عایق ادامه می دهیم و درزمانی که ظرفیت شیار به نصف رسید با رد کردن میله درجلو و عبور سیم مسی به دنبال میله استیل با احتیاط جهت جلوگیری از اصطحکاک وزخمی شدن سیم های عبور داده شده از داخل شیار کار را ادامه می دهیم، همه ی شیارها با رعایت گام سیم پیچی بصورت متحد المرکزمانند نقشه پر می شوند.

شکل ۳: سیم پیچ استاتور



شکل ۴: نقشه سیم پیچی

۳- رتور

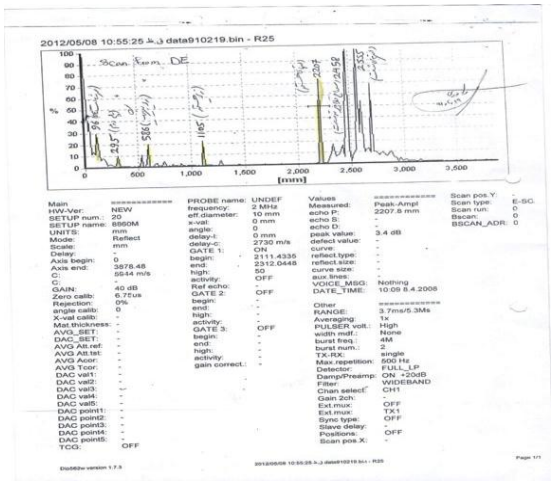
به علت یک تکه بودن و بلندی طول شافت (حدود ۴ متر) نسبت به قطر آن معمولاً شافت رتورها در اثر تنشهای وارده دارای ترک های عمقی هستند، نمونه نتیجه تست UT روی یکی از رتورها مبین این موضوع است.

از طرفی محل قرار داشتن ترمال بریر نزدیک پروانه اصلی بار به علت حرارت بالا نقطه ضعف شفت رتور میباشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: نتیجه تست UT شفت



جدول ۲: نتیجه آنالیز شفت

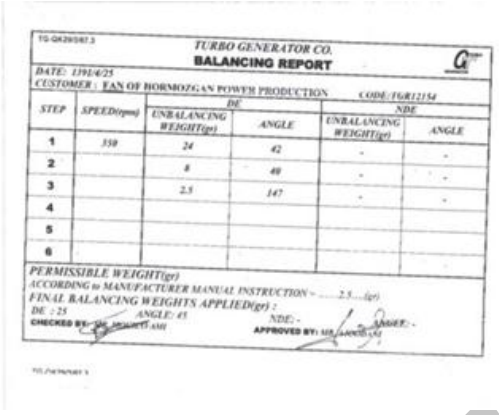
ULTRASONIC EXAMINATION REPORTE

Project / Unit : NORMOZGAN POWER PRODUCTION
Component : shaft
Part / Qty : 1
Drawing No : -
Material : stainless steel
Equipment : ultrasonic
Db Amount [dB] : 20-50
Description Of Test And Result:

Order No: 12154
Standard : ASME Section V, Art.23,Code SA 435 &SA 577
Probe : phoenix A8860
Angle [deg] : 0
Frequency : 4 MHZ
Ref : Level [%] : 80
Thickness [mm] : 180(max diameter)
Reference Block : BACK ECHO
Couplant : OIL

Inspector : F.DOLATSHAHI
Approved by : M.DAVARI

جدول ۳: نتیجه بالانس رتور



TURBO GENERATOR CO.
BALANCING REPORT

DATE: 1391/4/25
CUSTOMER : FAN OF HORMOZGAN POWER PRODUCTION
CODE:TG-R12154

STEP	SPEED(rpm)	DE UNBALANCING WEIGHT(gr)	DE ANGLE	NDE UNBALANCING WEIGHT(gr)	NDE ANGLE
1	330	24	42	-	-
2		8	40	-	-
3		2.5	147	-	-
4					
5					
6					

PERMISSIBLE WEIGHT(gr)
ACCORDING to MANUFACTURER MANUAL INSTRUCTION :- 2.5 (gr)
FINAL BALANCING WEIGHTS APPLIED(gr) :
DE : 25 ANGLE: 45 NDE:-
CHECKED BY: APPROVED BY: ANGLE: -

شکل ۵: قسمت حرارت دیده شفت

علی رغم سلب و محکم بودن رتورهای قفس سنجابی، اما به علت بلندی طول و شرایط سخت کاری اینگونه پمپها رتورها نیز هم مانند استاتور در معرض آسیب هستند.

برای ساخت رتور ابتدا نیاز است تمامی جنس قطعات آنالیز گردد تا همان جنس یا حداقل ماده که دارای خصوصیات مشابه باشد انتخاب گردد در ذیل نتایج نمونه از آنالیز آورده شده است.

دو عدد شفت بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه های فرستاده شده و نقشه های بدست آمده تراشکاری نهایی شد که پس از نصب هسته و رتور بارها آزمایش های الکتریکی روی آنها انجام شد.

شکل ۶: شافت در حال تراشکاری

Archive of SID

www.SID.ir

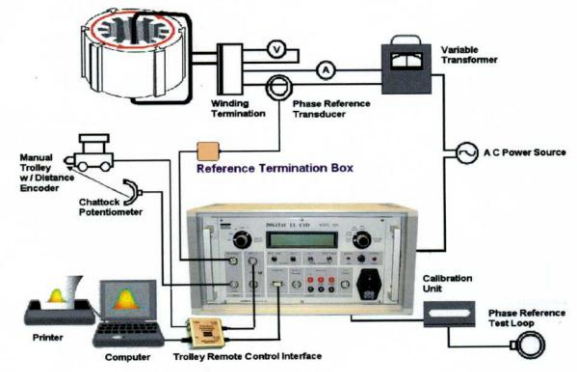
شکل ۷: پانچ و برش ورقه های هسته

شکل ۸: رتور ساخته شده

۴- تست ها

۴-۱- یکی از تست های الکتریکی

از آنجایی که این الکترو پمپها کاملاً بسته و هیچ محلی برای دیدن ادوات چرخنده و وضعیت دور آن و همچنین به علت صدای موجود در واحد، اندازه گیری صدا وارتعاشات با خطا همراه است و از طرفی ضعف اتصالات رتور بارها و وضعیت هسته رتور میتواند سبب افزایش هوم و نویز موتور و نیز ارتعاشات گردد، تست هسته و سلامت رتور بارها روی دو رتور بوسیله دستگاه EL-CID انجام شد.



شکل ۹: دستگاه تست CE-CID

عوامل مختلف از قبیل تنش های الکتریکی، مکانیکی در زمان استارت استپ های اسید شویی لوله های بویلر، تریپ های ناخواسته واحد، آلودگی آب در اثر سایدگی یاتاقانهای گاید وتراست و فرسودگی عایق بین ورقهای هسته می تواند موجب ایجاد اتصالی بین ورقهای هسته رتور و استاتور گردد و این امر موجب خواهد شد تا در زمان بهره بردار از آنها تلفات حرارتی بیش از حد مجاز در هسته شده و یا موجب ایجاد نقاط داغ گردد که نهایتاً باعث فرسودگی زود رس ورق هسته، عایق های الکتریکی سیم پیچی استاتور و یا بروز تخلیه الکتریکی در نقاط داغ بین هسته و سیم پیچی خواهد شد.

به منظور اطمینان از سلامت هسته، آزمایش مغناطیسی هسته با دو روش انجام می گیرد.

الف :ایجاد شار مغناطیسی در هسته معادل شار نامی و اندازه گیری دمای نقاط مختلف سطح هسته.

۴-۲- استفاده از روشEL-CID

در این روش آزمایش با ۴٪ جریان آمپر دور مغناطیسی بعمل آمده، با اندازه گیری جریان برداری ایجاد شده درشیارهای هسته سلامت آن کنترل می شود، دراین حالت هسته از شار نامی مصون می باشد.

این جریان برداری شامل یک مولفه همفاز با جریان تحریک که ایجاد شار در هسته نموده می باشد و احتمال وجود اتصال بین ورقهای هسته (Quad) و یک مولفه عمود بر آن بنام (phase) کنترل میگردد. ADWEL بر حسب برنامه نرم افزاری تعریف شده در سیستم (Quad) توسط جریان میزان جریان تحریک هسته با توجه به مشخصات ارائه شده به برنامه نرم افزاری تعیین و محاسبه می گردد و حدود مجاز آن با مقایسه مناطق سالم هسته و استاتور های مشابه بررسی و نتیجه گیری خواهد شد.

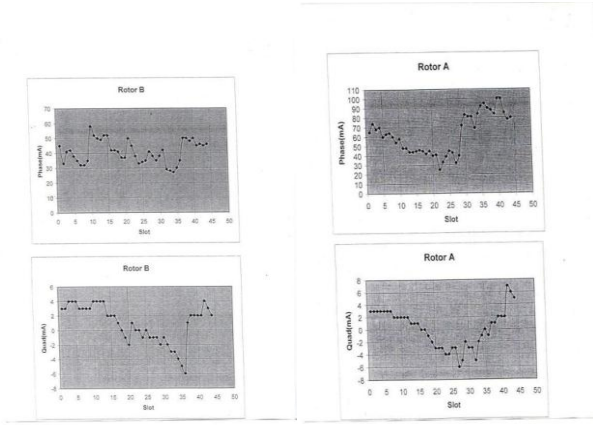
در آزمایش مغناطیسی هسته به این روش چنانچه میزان جریان Quad کمتر از 100mA باشد هسته سالم بوده و قابل بهره برداری تشخیص داده می شود.

چنانچه در مواردی در بعضی نقاط بطور لحظه ای این پارامتر خیلی بالای حد مجاز مشاهده می شود بدلیل حرکت سریع و لحظه ای دستگاه اندازه گیری بوده و در اثر لرزش سنسور مربوطه ایجاد شده است و این پدیده با توجه به اندازه گیری

Archive of SID

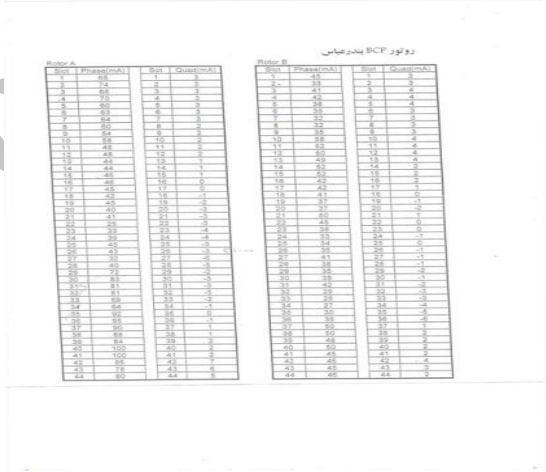
www.SID.ir

شیارهای مجاور آنها و در بعضی موارد تکرار آزمایش مذکور قابل تشخیص است.



شکل ۱۰: منحنی های تست هسته

جدول ۳: نتایج تست هسته



۳-۴- نتایج تست CE

همانگونه که ملاحظه می گردد میزان انحراف معیار برای هر دو رتور در حد قابل قبولی قرار دارد و میزان پراکندگی داده ها با توجه به جنس قفس رتور (شمش مسی) بیانگر مشکل حاد شکستگی یا قطعی شمشها نمی باشد.

باز کاری نقاط جوش شمشهای رتور با رینگ اتصال، کوتاه به ویژه در مورد شمشها یی که داری ولتاژ القایی وجریان کمتری می باشند توصیه می گردد.

جهت جلوگیری از افزایش غیر نرمال دما در بدنه استاتور این الکتروموتور ها مجهز به سیستم کولینک بوسیله گردش آب در داخل استاتور می باشند و سپس آب گردشی بوسیله آب سیکل خنک کن گرمای خود را از دست می دهد به همین علت سیل بندی وعایق بندی الکتروموتور از اهمیت خاصی برخوردار است.

۵- نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج حاصل از این گزارش به شرح زیر است.

۱- شناخت نوع مواد بکار رفته در سیم پیچی استاتور

۲- انجام رضایت بخش سیم پیچی چندین الکتروموتور B.C.P

۳- ساخت دو دستگاه رتور

۴- بدست آوردن تکنولوژی تعمیر و ساخت اینگونه الکتروموتورها در داخل

۵- تحقیق و در خواست از شرکت های سازنده سیم مسی جهت ساخت سیم مخصوص B.C.P مشابه خارجی آن

۶- در خواست و کمک از سازندگان جهت آنالیز و ساخت داخل قطعات

۷- عدم وابستگی و جلوگیری از خروج ارز از کشور

۸- افزایش ضریب اطمینان بهره برداری از الکتروموتورهای B.C.P

مراجع

[1] KSB "Motor Tests Performed on Circulating Pumps Type LUV/LUVA Realization

[2] Operation Maintenance Book Volume 3 Book 3 Part3 catalog MG and Instruction Manuals

Archive of SID

www.SID.ir