



شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده های نفتی ایران  
شرکت پالایش نفت اصفهان (سهامی خاص)

اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان

# Machinery Case Study

## تخصصی تعمیرات ماشینری

گزیده ای از مشکلات پیش آمده روی ماشین آلات

مشمول بر نکات تعمیراتی

پمپ ها، توربین ها، کمپرسور ها، مکانیکال سیل ها و مسائل ارتعاشی

تهیه و تنظیم:

مهندس مهدی نصر آزادانی

## بسمه تعالی

### مقدمه

باعنایت به این که تجربیات گرانبها خیلی مشکل و باصرف زمان و انرژی بسیار زیادی بدست می آیند و به راحتی می توان ادعا کرد که بخش بسیار مهمی از سرمایه های هر سیستم و نظامی می باشد و به راحتی قابل ارائه و عرضه می باشند و با توجه مسائل و مشکلات بسیار متعددی که در تعمیرات ماشینری هر روز با آنها مواجه بوده و هستم و می دیدم پس از این که یک مشکل با سختی های زیاد شناسائی و حل می شود ممکن است به فراموشی سپرده شود و در آینده نیز ممکن است به شکل های دیگری دوباره تکرار شود و نیز تا بحال ندیده بودم کسی دست به چنین کاری بزند ولی با رویت نامه مورخ ۸۵/۰۱/۰۵ وزیر محترم نفت و همچنین درخواست اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان از مسئولین برای جمع اوری، مستند سازی، حفظ، اشل و نگهداری از این گنجینه ها که به عنوان حافظه سازمانی و بسته های دانشی شناخته می شوند جرات پیدا کردم و بنابه وظیفه، تصمیم به گردآوری و تدوین این مجموعه گرفتم که امید است بتواند مورد نظر و استفاده کلیه مهندسین، تکنسین ها، استادکاران، آیندگان و تمامی کسانی که به هر نحو با دستگاه ها و ماشین الات سروکار دارند واقع گردد و انشا... در آینده با ارائه نظرات آنان تکمیل گردد.

در این مجموعه موارد متعددی از Case های بوجود آمده روی ماشین الات اعم از پمپ ها، توربین ها، کمپرسورها، مکانیکال سیل ها و مواردی که به نحوی باعث بهبود شرایط کاری و کیفی ماشین الات گردیده بطور خلاصه و مختصر بحث شده که در هر کدام از آنها یک یا چند نکته مهم نهفته شده ولی مسلماً Case های بسیار زیادی دیگری نیز وجود داشته و دارد که فرصت پرداختن به آنها از حوصله این حقیر بیرون بوده یا از قلم افتاده ولی به نظر اینجانب این ابتدای کار است و امید است علاقه مندان دیگر نیز در جهت تکمیل این مجموعه و همچنین تهیه و گردآوری چنین مجموعه هایی در قسمت های دیگر اقداماتی را شروع نمایند تا این تجربیات گران بها که هر کدام از آنها با بعضا سالها، ماهها، هفته ها و روزها جز مشکلات اساسی و لاینحل بوده و باصرف وقت و هزینه های واقعا زیادی بدست آمده اند و خیلی از موارد در زمان مشکل و بعد از آن نیز ممکن است برای افراد ذیربط زیادی ناشناخته مانده باشد و جز تعداد انگشت شمار کسی از آن اطلاعی نداشته باشد و شاید روزی به فراموشی سپرده می شد و مورد بازنگری نقد و بررسی قرار گیرند ولی متأسفانه به دلیل ذیق وقت فرصت دسته بندی کامل آنها فراهم نشد و ممکن است در بعضی از موارد نیز مطالب بصورت پراکنده عنوان شده باشد که انشا... امید است ثمره آن افزایش بینش و آگاهی نفرات و نیل به کاهش وابستگی و کاهش هزینه ها باشد.

البته در این مقوله سعی شده از تجربیات کلیه نفرات تعمیرات ماشینری اعم از استادکاران، تکنسین ها، مهندسین و... و همچنین از کلیه پیشنهادات مربوط به ماشینری که از سال ۱۳۷۹ تا کنون در شرکت پالایش نفت اصفهان ارائه شده و باعث بهبود و یا مرتفع شدن بخش های زیادی از مشکلات دستگاه ها و ماشین آلات گردیده استفاده کنم.

در برخی موارد نیز به دلیل اهمیت موضوع توضیحات بیشتری ارائه شده تا انشاالله... بتواند مفیدتر واقع گردد که حاصل تجربیات این حقیر در طی چند سال گذشته بوده ولی استدعای این جانب این است که فقط به نکات فنی تخصصی Case های مطرح شده توجه نمایند و از مطالب آن به هیچ عنوان خدای ناکرده برای زیر سوال بردن کسی یا اداره ای استفاده نکنند. منتظر دریافت نقطه نظرات دوستان و همکاران در کلیه پالایشگاه ها و صنایع دیگر هستیم تا انشاالله... در آینده مدنظر قرارداد داده شود و بتواند گنجینه ای ارزشمند برای جوانان و آیندگان واقع گردد.

اگر این مجموعه اجرایی داشته باشد آن را تقدیم روح ملکوتی امام راحل و روح شهدا و روح تمامی کسانی که در جهت پیشرفت، آبادانی و اعتلای این آب و خاک قدم برداشته اند و عزیزترین گوهر هستی خود را در طبق اخلاص تقدیم پروردگار خود نمودند و تلاش کرده اند تا ما امروز بتوانیم مفتخر و سر بلند زندگی کنیم می نمایم.

در پایان لازم می دانم از مسئولین محترم اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان که در همه عرصه ها در تهیه کتب و جزوات آموزشی مشوق این جانب بوده اند و همچنین از تک تک همکاران گرامی و زحمات کش تعمیرات ماشینری که در ارائه Case ها و تجربیات گران بهای خود هیچ گونه مضایقه ای نکرده و صادقانه کمال همکاری را نمودند، بخصوص از جناب حاج آقا مسیبی رئیس محترم تعمیرات پمپ شرکت پالایش نفت اصفهان که انصافاً بهم بسزائی در این امر مهم ایفا نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم و از خداوند متعال برای تمامی آنها و خانواده های محترمشان طلب سعادت، بهروزی و آخر عاقبت به خیری می نمایم.

التماس دعا

تعمیرات ماشینری شرکت پالایش نفت اصفهان

مرداد ماه ۱۳۸۵ هجری شمسی

مهدی نصر آزادانی

## فهرست مطالب

مقدمه

فهرست مطالب

هواگرفتن پمپ P-2206 جدید ص ۱

ساکشن لوز شدن پمپ P-2206 ص ۴

ساکشن لوز شدن پمپ P-2101 ص ۵

ساکشن لوز شدن پمپ P-2101 ص ۷

کم بودن فلوی پمپ P-301 ص ۸

کم بودن فلوی پمپ P-109 ص ۱۰

کم بودن ظرفیت پمپ P-109 ص ۱۲

کم شدن ظرفیت پمپ P-501 ص ۱۳

کم بودن فلوی پمپ P-635 ص ۱۴

کم شدن فلوی پمپ های Intake pump درچه ص ۱۸

بیش از حد امپر کشیدن الکتروموتور پمپ P-602 ص ۱۹

گرم کردن یاتاقان پمپ PT-2206 ص ۲۰

عدم کارائی پمپ P-205 ص ۲۲

خرابی ناگهانی بال برینگ پمپ P-107 ص ۲۳

ذوب شدن Oil Ring پمپ P-202 ص ۲۳

کم بودن طول عمر تراست برینگ P-158 ص ۲۵

خرابی تراست برینگ های P-633 ص ۲۶

جام شدن بال برینگ های الکتروموتور پمپ P-2002

ص ۲۷

گرم کردن Sleeve Bearing ها ص ۲۸

اختلاف اعداد Optalign با ساعت های اندازه گیر ص ۲۹

جایگزینی پمپ های Sundstrand ص ۳۱

هواگیری نشدن Main Oil Pump ص ۳۳

نوسانات شدید امپر الکتروموتور پمپ P-506

ص ۳۴

ترک خوردن بدنه پمپ ها ص ۳۵

پایین بودن طول عمر یاتاقان P-2641 ص ۳۶

جام شدن پمپ اسید P-2204 ص ۳۶

گرم کردن یاتاقان خارجی فن دمنده بویلر ص ۳۷

گرم کردن یاتاقان های BL-1001 ص ۳۹

کاهش تدریجی فشار روغن روانکاری C-1103 ص ۴۰

افتادن فشار روغن کمپرسور C-1103 در حین کار

ص ۴۱

تریپ کردن غیر منتظره توربین کمپرسور CT-251

ص ۴۳

لرزش کمپرسور C-251 ص ۴۵

لرزش توربین CT-251 ص ۴۷

لرزش توربین CT-602 ص ۴۷

چال بندی رتور کمپرسور C-602 ص ۴۸

کم بودن ظرفیت کمپرسور C-601 ص ۵۰

بریدن کوپلینگ پمپ روغن کمپرسور C-601 ص ۵۴

لرزش و سرو صدای کمپرسور C-603 ص ۵۶

خرابی کراس هد کمپرسور C-601 ص ۵۷

خرابی زودرس یاتاقان ثابت میل لنگ کمپرسور C-601

کم بودن طول عمر ولوهای کمپرسور C-601 ص ۵۹

خرابی میل لنگ در محل نصب یاتاقان تراست

کمپرسور C-601 ص ۶۱

بالا بودن فشار و درجه حرارت مرحله دوم

کمپرسور C-601 ص ۶۳

نشستی گاز از سیلندر کمپرسور C-601 ص ۶۴

شکسته شدن ولوهای مرحله دوم و سوم کمپرسور C-

601 ص ۶۶

بالا رفتن درجه حرارت گاز مرحله دوم کمپرسور C-601

ص ۶۷

کوبش Knock کمپرسور C-601 ص ۶۸

مشکل نصب ولوهای کمپرسور C-601 ص ۶۹

Run Out رادیستون کمپرسور C-601 ص ۷۰

کم بودن فشار پمپ روغن CT-601 ص ۷۱

تراست برینگ گیر باکس CG-601 ص ۷۲

سرج توربین کمپرسور C-601 ص ۷۴

سرج توربین کمپرسور C-601 ص ۷۵

لرزش توربین کمپرسور C-601 ص ۷۶

کم بودن طول عمر و عدم کارائی ولوهای تعمیرى  
کمپرسور C-601 ص ۷۷

لرزش توربین کمپرسور C-601 ص ۸۰

کم بودن فلوی کمپرسور C-201 ص ۸۱

خرابی ناگهانی ولوهای کمپرسور C-201 ص ۸۳

کم بودن فلوی کمپرسور C-201 ص ۸۴

بریدن پیچ های سیلندر C-601 ص ۸۵

نشستی گاز هیدروژن از کاورهای کمپرسور C-602 ص ۸۶

نشستی سیل کمپرسور C-602 ص ۸۷

خرابی تدریجی سیل کمپرسور C-602 ص ۸۸

نشستی سیل کمپرسور C-602 ص ۹۰

نشستی سیل کمپرسور C-602 ص ۹۲

کم شدن تدریجی دور توربین کمپرسور CT-602 ص ۹۵

خارج نشدن روغن از تراپ کمپرسور C-251 ص ۹۶

خرابی سیل روغنی C-251 ص ۹۸

بریدن و قیچی کردن پینیون های کمپرسور C-2403 ص ۹۹

نشستی روغن از سیل های روغن C-2401 ص ۱۰۱

سوختن برینگ کمپرسور C-2401 ص ۱۰۱

تریپ کردن کمپرسور اطلس کوپکو ص ۱۰۴

عمل نکردن سیستم Over Speed توربین PT-101 ص ۱۰۶

سرچ توربین PT-101 ص ۱۰۷

کم شدن قدرت توربین جوکی ص ۱۰۸

سرچ فشار روغن توربین PT-101 ص ۱۰۹

بالانرفتن دور توربین PT-101 ص ۱۱۰

کاهش تدریجی دور توربین PT-101 ص ۱۱۱

لرزش توربین PT-101 ص ۱۱۳

فرسایش رتورتور توربین PT-101 ص ۱۱۴

تنظیم نشدن کلرنس برینگ توربین PT-101 ص ۱۱۵

Over Speed شدن توربین تلمبه سوخت سنگین ص ۱۱۶

سرچ توربین دمنده های بویلر ص ۱۱۷

Load ندادن ژنراتور برق ص ۱۱۸

سرچ توربین ژنراتور Gen-2101 ص ۱۱۹

خرابی های مکرر یاتاقان تراست پمپ روغن ژنراتور ص ۱۲۰

نشستی بخار از توربین PT-2001 ص ۱۲۲

افزایش قدرت توربین PT-631 ص ۱۲۴

شل شدن مهره تراست دیسک پمپ P-631 ص ۱۲۵

سوختن یاتاقان های توربین ZS-1 ص ۱۲۷

چک کردن هوزینگ برینگ ها ص ۱۳۰

لرزش پمپ های P-631 واحدهای ایزوماکس ص ۱۳۲

لرزش توربین های PT-2206 ص ۱۳۵

لرزش پمپ P-157 ص ۱۳۷

لرزش زیاد پمپ P-505 ص ۱۳۸

لرزش پمپ P2-153 ص ۱۳۹

لرزش الکتروموتور P-802 ص ۱۴۰

لرزش پمپ های جدید P-103 ص ۱۴۱

لرزش بالای یاتاقان تراست پمپ P-111 ص ۱۴۲

لرزش پمپ P-157 ص ۱۴۴

لرزش زیاد توربین بخار PT-2101 ص ۱۴۷

لرزش و سروصدای زیاد چرخ دنده های جناقی PG-101 ص ۱۴۸

چرخ دنده های گیربکس PG-2206 ص ۱۵۰

لرزش محوطه اطراف ژنراتور ص ۱۵۲

لرزش توربین CT-1301 ص ۱۵۴

لرزش کمپرسور C-2402 ص ۱۵۵

لرزش یاتاقان داخلی پمپ P-121 ص ۱۵۶

جام کردن پمپ P-106 ص ۱۵۸

لرزش الکتروموتورهای برقی ص ۱۵۹

لرزش الکتروموتور P-1324 ص ۱۶۱

لرزش پمپ های Over Hang ص ۱۶۳

لرزش پمپ P-637 ص ۱۶۴

لرزش الکتروموتور P-253 ص ۱۶۵

لرزش الکتروموتور P-802 ص ۱۶۸

لرزش الکتروموتور پمپ P-109 ص ۱۷۰

لرزش پمپ P-304 ص ۱۷۱

لرزش الکتروموتور P-105 ص ۱۷۲

لرزش و سروصدای زیاد دمنده بویلر جدید ص ۱۷۳

لرزش فن های برج های خنک کننده ص ۱۷۵

خرابی مکرر مکانیکال سیل پمپ های P-702 ص ۱۷۷

تزریق نشدن سیل فلش روی مکانیکال سیل P-101 ص ۱۷۹

بالا بودن فشار استافینگ باکس پمپ P-101 ص ۱۸۰

نشتی مکانیکال سیل پمپ P-101 ص ۱۸۲

تزریق نشدن سیل فلش روی مکانیکال سیل پمپ P-503 ص ۱۸۳

تزریق نشدن سیل فلش روی مکانیکال سیل پمپ P-509 ص ۱۸۴

نشتی مکانیکال سیل پمپ P-105 ص ۱۸۵

نشتی مکانیکال سیل P-106 ص ۱۸۶

مکانیکال سیل P-702 ص ۱۸۷

نشتی مکانیکال سیل P-802 ص ۱۸۹

خرابی زودرس مکانیکال سیل پمپ P-701 ص ۱۹۱

نشتی مکانیکال سیل P-155 ص ۱۹۳

نشتی مکانیکال سیل P-156 ص ۱۹۵

نشتی مکانیکال سیل P-156 ص ۱۹۶

نشتی مکانیکال سیل P-156 ص ۱۹۷

نشتی مکانیکال سیل پمپ P-2108 ص ۱۹۷

نشتی مکانیکال سیل P-508 ص ۱۹۸

نشتی مکانیکال سیل P-253 ص ۱۹۹

نشتی مکانیکال سیل پمپ P-106 ص ۲۰۱

نشتی مکانیکال سیل P-106 ص ۲۰۲

نشتی مکانیکال سیل P-631 ص ۲۰۳

نشتی مکانیکال سیل P-631 ص ۲۰۵

نشتی مکانیکال سیل P-640 ص ۲۰۶

نشتی مکانیکال سیل پمپ P-640 ص ۲۰۸

نشتی مکانیکال سیل پمپ P-640 ص ۲۱۰

نشتی مکانیکال سیل P-640 ص ۲۱۰

نشتی مکانیکال سیل P-640 ص ۲۱۳

نشتی مکانیکال سیل P-302 ص ۲۱۴

نشتی مکانیکال سیل P-157 ص ۲۱۶

نشتی بیش از حد مکانیکال P-157 ص ۲۱۸

نشتی مکانیکال سیل P-157 ص ۲۲۰

نشتی مکانیکال سیل P-252 ص ۲۲۱

کم بودن طول عمر مکانیکال سیل پمپ P-1901 ص ۲۲۲  
مکانیکال سیل P-253 ص ۲۲۳

نشتی مکانیکال سیل پمپ P-311 ص ۲۲۴

نشتی مکانیکال سیل P-501 ص ۲۲۵

نشتی مکانیکال سیل های P-2302 ص ۲۲۶

مکانیکال سیل پمپ نمکی ص ۲۲۷

یاتاقان پمپ اهکی ص ۲۲۸

پایین بودن فشار پمپ روغن PT-2101 ص ۲۲۹

مشکل سیستم کلاریفایر ص ۲۲۹

خم شدن محور پس از مونتاژ قطعات ص ۲۳۰

فرسایش Timing Gear پمپ P-2302 ص ۲۳۲

پایین بودن کارائی کولرهای سیل فلش ص ۲۳۳

کم بودن طول عمر پکینگ های پمپ های گریز از مرکز  
ص ۲۳۵

باز یافت روغن سیل کمپرسورهای گریز از مرکز ص ۲۳۶

بالا بردن طول عمر روغن با سانتریفیوژ کردن انها ص ۲۳۸

تعمیر برینگ حوضچه های API ص ۲۳۹

کم بودن ظرفیت کمپرسور روتاری نوع لوب ص ۲۴۰

بالا بودن مصرف بخار توربین های ۲۰۰۱ ص ۲۴۱

لرزش فن های هوایی ص ۲۴۲

تعمیر فلنج برینگ های فرسوده ص ۲۴۳

شکسته شدن پره فن های هوایی ص ۲۴۴

عمل نکردن Psitioner فن های هوایی ص ۲۴۵

نوسان امپرفن های هوایی ص ۲۴۶

بریدن محور پمپ P-159 جدید ص ۲۴۷

گسیختگی پروانه کمپرسور خط لوله گاز ص ۲۵۰

عمل نکردن Vibration Switch برج های خنک کننده  
ص ۲۵۲

## هواگرفتن پمپ P-2206 جدید

مشکل پمپ های فوق ازاین قراربود که پس ازاین که مدتی ازسرویس خارج بودند درهنگام درسرویس قرارگرفتن ملاحظه می شد که درداخل پمپ سروصدای زیادی بوجودمی آید و فلولی آنها نیز کم می شد.

### مشخصات پمپ ها

۱- سه دستگاه پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای Double Suction

۲- مورد استفاده آنها برای اب گردشی کولینگ واحد روغن سازی

۳- قطر پروانه 42 اینچ

۴- هد ورودی برابر ارتفاع اب پشت حوضچه (فشار اتمسفر).

۵- فشار خروجی پمپ 6Bar

۶- سیستم اب بندی پمپ مکانیکال سیل

۷- دمای مایع پمپ شوند 30 C

۸- گرداننده پمپ توربین بخار

### اقدامات انجام شده

۱- چک کردن صافی ورودی پمپ.

۲- چک کردن مکانیکال سیل هاب برای ممانعت از ورود هوا به پمپ.

۳- چک کردن مسیر ورودی به پمپ برای اطمینان از ورود اجسام خارجی در مسیر.

۴- کلیه مشاهدات مبین ایجاد کاویتاسیون در داخل پمپ بود.

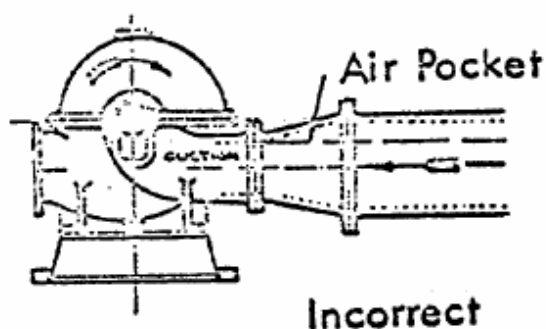
۵- طبق تجربیات قبلی مشکل با هواگیری کردن پمپ مرتفع می شد.

ولی در شرایط اضطراری تعویض تلمبه هابه دلیل کاهش فلولی توانست باعث ایجاد مشکلات جدی و به خطر افتادن واحدها شود زیرا هیچ چاره ای جز این نبود که پمپ از سرویس خارج و هواگیری و مجدداً در سرویس قرار گیرد.

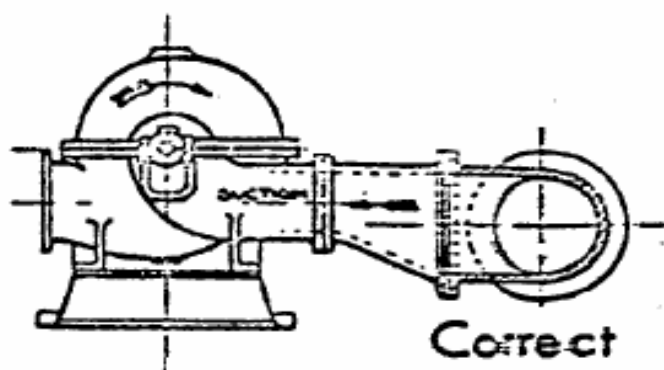
### علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص شد که مشکل اصلی مربوط به طراحی غلط سیستم لوله کشی ورودی پمپ است که باعث بوجود آمدن حفره Air Pocket در مسیر لوله ورودی و حبس شدن هوا در این قسمت می شود و باعث می گردید در هنگام راه اندازی پمپ هوای حبس شده در این محفظه وارد پمپ شود و ایجاد کاویتاسیون و کاهش کارائی پمپ می شد.

در شکل زیر این موضوع نشان داده شده است.

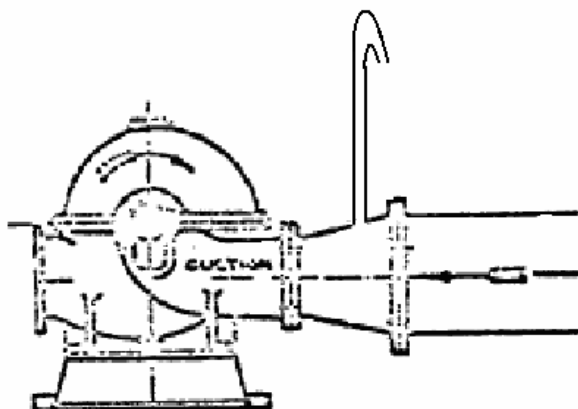


لازم به توضیح است که برای رفع این مشکل نیاز به تغییر سیستم لوله کشی با قطر حدود 40 اینچ بود که باتوجه به سطح آب پشت حوضچه و موقعیت قرارگیری پمپ امکان تغییر سیستم لوله کشی به این راحتی امکان پذیر نبود. روش صحیح لوله کشی در شکل زیر نشان داده شده است.



### اقدام اصلاحی

نصب یک عدد لوله یک اینچی در قسمت Air Pocket در قسمت لوله ورودی پمپ که این کار باعث می شدهوای حبس شده در این قسمت از طریق این لوله Vent شود و مشکل برطرف شود.



طراحی صحیح سیستم لوله کشی علاوه بر افزایش راندمان پمپ (از لحاظ کاویتاسیون افت فشار و.....) باعث افزایش طول عمر قطعات به دلیل اعمال نیروهای اضافی ناشی از وزن سیستم لوله کشی می شود که ذیلاً به اهم موارد آنها اشاره می شود.

طراحی نادرست سیستم های لوله کشی باعث:

- ۱- افزایش تلفات هیدرولیکی و کاهش کارایی پمپ
- ۲- باعث ایجاد جریان های گردابی و پیچ خوردن مایع در مجرای ورودی
- ۳- باعث ورود هوا به پمپ و ایجاد شرایط برای کاویتاسیون
- ۴- وارد آمدن نیروهای زیاد به یاتاقان ها
- ۵- کاهش طول عمر مکانیکال سیل ها و ایجاد نشتی آنها
- ۶- ایجاد ارتعاشات زیاد
- ۷- کاهش راندمان پمپ می شود.



## ساکشن لوز شدن پمپ P-2206

یکی از پمپ های فوق در حین کار، کارائی خود را از دست می داد و با سرو صدا، لرزش و نوسانات فشار خروجی کار می کرد.

### اقدامات انجام شده

- ۱- هواگیری پمپ.
- ۲- چک کردن صافی پمپ.
- ۳- چک کردن مسیر ورودی پمپ.
- ۴- چک کردن ارتفاع مایع پشت حوضچه.
- ۵- چک کردن سیستم های پکینگ و اطمینان از تزریق شدن آب (سیل فلش) روی پکینگ ها.
- ۶- کم وزیاد کردن دور توربین محرک پمپ .
- ۷- همه شواهد حاکی از Suction Loose بودن پمپ بود.
- که با انجام تک تک موارد مشکل همچنان برقرار بود.

### علت

پس از بررسی های متعدد مشخص شد که علت اصلی مشکل مربوط به پمپ تزریق مواد شیمیائی بود که مواد شیمیائی را داخل برج تزریق می نمود.

### اقدام اصلاحی

جایگزین کردن محل نصب پمپ تزریق مواد شیمیائی

لازم به توضیح است که لوله خروجی پمپ تزریق مواد شیمیائی دقیقاً در قسمت ورودی پمپ اصلی قرار گرفته بود و چون مایع از بالا روی سطح آب ریخته می شد باعث می شد که مقداری هوایز وارد آب و نهایتاً وارد قسمت ورودی پمپ گردد و باعث ایجاد کاویتاسیون شود که با تغییر مکان دادن محل نصب پمپ تزریق مشکل بطور کامل مرتفع شد.

## ساکشن لوز شدن پمپ P-2101

پمپ فوق به دلیل سروصدای غیرعادی بازوبکارگاه ارسال شد.

### مشخصات پمپ

- ۱- پمپ گریزازمرکز پنج مرحله ای.
- ۲- مورد استفاده برای پمپاژ آب به بویلر.
- ۳- مایع پمپ شوند اب کندانس داغ.
- ۴- فشار ورودی 2 بار.
- ۵- فشار خروجی 65 بار.

### اقدامات انجام شده

تجربیات قبلی نشان داده بود که رینگ های فرسایشی انهدارحین کارمی شکنند که پس ازبازشدن پمپ درکارگاه مشاهده شد که رینگ فرسایشی پروانه مرحله اول شکسته و پروانه مرحله اول نیز دچار فرسایش شده است.

اقدامات انجام شده شامل:

- ۱- تصحیح کلرنس کلیه رینگ های فرسایشی وبوش های میانی وبوش های استافینگ باکس ورساندن انهابه حدمجاز
- ۲- تعویض پروانه مرحله اول
- ۳- جمع کردن پمپ وبالانس اسمبل
- ۴- بازرسی ازقسمت های داخلی پمپ و دیویژن ها
- ۵- ارسال پمپ به واحدوهم محورنمودن ان

### مشاهدات

پس از نصب وراه اندازی پمپ ملاحظه شد که:

- ۱- فلوی ان خیلی کم است .
- ۲- سروصدای داخلی ان زیاداست.
- ۳- صافی پمپ بازشدولی مشکلی مشاهده نشد.
- ۴- مجدداپمپ باولوخروجی بسته درسرویس قرارگرفت .
- ۵- ابتداشرایط پمپ عادی بودوفشارخروجی ان حدود65باربود.
- ۶- پس ازچندلحظه کارفشارپمپ افتادوسروصدای داخلی ازان شروع شد(باخروجی بسته).
- ۷- همه مشاهدات ازSuction Looseبودن پمپ حکایت می کرد.

## اقدامات بعدی

۱- باتوجه به تجربیات قبلی (شکسته شدن رینگ های فرسایشی) پمپ مجدداً بازوبه کارگاه ارسال گردید.

۲- پمپ در کارگاه بازشدولی مشکل خاصی مشاهده نشد.

۳- نسبت به مسدود بودن مسیر ورودی پمپ و همچنین باز نشدن کامل ولو ورودی تلمبه شک شده باباز کردن تدریجی ولو ورودی و بیرون زدن اب ازان در واحد مشاهده شده که ولو مسیر ورودی مشکلی ندارد و کاملاً باز است.

۴- کلیه پروانه ها و مسیر ها و کانال های بین مرحله ای بررسی شد که هیچگونه گرفتگی در آنها مشاهده نشد.

۵- کلیه رینگ های فرسایشی و بوش ها بررسی شد که همگی سالم بودند (منهای تماس جزئی بوش وسطی با محور).

## مشکل اصلی

باتوجه به این که فقط یکی از پروانه های پمپ تعویض شده بود (پروانه مرحله اول) به پروانه نو شک شد که قطران مجدداً اندازه گیری شد که با قطر پروانه قبلی یکی بود سپس کانال های چشمه پروانه دو طرف (با وارد کردن انگشتان مورد بررسی قرار گرفت) که مشاهده شده راهگاههای پروانه جدید نسبت به پروانه قدیمی کوچکتر هستند که این موضوع با اندازه گیری دقیق ترائید شد.

## علت

باتوجه به این که کانال های ورودی دو طرف پروانه مرحله اول کوچکتر بود مثل پروانه مسدود عمل می نمود و باعث Suction Loose شدن پمپ و کاهش فلومی گردید و چون امکان فراهم نمودن مایع برای پروانه های دیگر فراهم نمی شد مراحل بعدی پمپ کم می آورد و باتوجه به دمای بالای مایع پمپ شونده باعث افت فشار و تبخیر مایع و تماس قطعات و ایجاد سرو صدا در مراحل و پروانه های بعدی می گردید.

## اقدام اصلاحی

مشکل فوق باباز سازی و نصب مجدد پروانه اصلی که راهگاه های انبزرگتر بود مرتفع گردید. لازم به توضیح است که در اثر عبور جریان سیال حجم داخلی پروانه ها زیاد می شود و باعث تعویض یک پروانه (که حجم راهگاه های ان کمتر است) برای مراحل بعدی ایجاد مشکل می شود.

## ساکشن لوز شدن پمپ P-2101

پمپ فوق پس از تعمیر در کارگاه به واحد آورده شد که پس از نصب و راه اندازی در واحد ملاحظه شد که پس از کمی کار کردن باول و خروجی بسته فشار تلمبه کاهش پیدامی کند و سروصدای زیادی از آن به گوش می رسد.

### اقدامات انجام شده

- ۱- هواگیری مجدد پمپ
- ۲- چک کردن صافی ورودی
- ۳- بررسی های انجام شده روی پمپ مبین کاویتاسیون بود و چون قبل از آن پمپ مورد تعمیرات اساسی قرار گرفته بود.
- ۴- هیچ گونه شکی نسبت به قسمت های داخلی (کلرنس ها) آن وجود نداشت.
- ۵- در این مرحله بازهم به کامل هواگیری نشدن پمپ شک گردید.
- ۶- وقتی پمپ در سرویس بود (با خروجی بسته) تصمیم به باز کردن مسیرهای تخلیه هوا به مدت چند دقیقه گرفته شد که پس از تخلیه کامل هوا در داخل پمپ مشکل بطور کامل حل شد و پمپ در سرویس قرار گرفت.

### علت

به دلیل کلرنس های داخلی کم بین قطعات ثابت و متحرک اعم از Wearing Ring ها، بوش های میانی و استافینگ باکس (قطعات ثابت و متحرک) جریان یافتن مایع از بین این قطعات کم می شود و نهایتاً باعث می شود در قسمت های داخلی پمپ همواره مقداری هوا باقی بماند و در حین راه اندازی پمپ باعث اختلال در کارایی پمپ گردد. در پمپ های چند مرحله ای در صورتی که هواگیری در زمان کم انجام شود امکان تخلیه شدن کامل هوا وجود ندارد و با توجه به این که پروانه پمپ قدرت پرتاب کردن هوایی که روی نوک Vane قرار گرفته را ندارد (به دلیل سبک بودن هوا و کم بودن دور، نیروی گریز از مرکز کم می شود) باعث Suction Loose شدن پمپ می شد.

هواگیری در این پمپ ها باید به آرامی و در مدت زمان تقریباً طولانی و از طریق مسیر مینیمم فلوانجام شود تا امکان تخلیه کامل هوا فراهم شود.

البته در پمپ هایی که روی چشمه پروانه آنها سوراخ های متعادل کننده فشار Balance Hole وجود دارد مشکلات این چنینی کمتر وجود دارد ولی باید زمان لازم برای هواگیری به پمپ داده شود.

## کم بودن فلوی پمپ P-301

مشکل کم بودن فلوی پمپ فوق تقریباً از بدو راه اندازی پالایشگاه وجود داشت و ظرفیت آن نسبت به سه عدد پمپ مشابه دیگر کمتر بود که باتوجه به افزایش ظرفیت پالایشگاه باعث ایجاد محدودیت عملیاتی شده بود و بادر سرویس آمدن آن فلوی مورد نظر تولید نمی شد و طبق اظهار عملیات باعث می شد بادر سرویس آمدن این پمپ ظرفیت واحد پایین آورده شود.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ پنج مرحله ای نوع بشکه ای به عنوان پمپ خوراک واحد.

۲- مایع پمپ شونده Tar

۳- دمای مایع پمپ شونده 220 درجه سانتیگراد

۴- فشار ورودی 8 بار

۵- فشار خروجی 48 بار

### اقدامات انجام شده

۱- ارسال پمپ به کارگاه جهت چک و بازرسی داخلی.

۲- قطر پروانه های پمپ فوق اندازه گیری شد که با قطر پروانه پمپ های دیگر یکسان بود.

۳- کلرنس رینگ های فرسایشی و بوش ها اندازه گیری شدند که در حد مجاز و استاندارد بودند.

۴- کلیه کلرنس ها در حد مینیمم تنظیم شدند.

۵- الکتروموتور چک شده بود و مشکلی روی آن وجود نداشت.

۶- ولو پمپ کناری آن بسته شد و ملاحظه شد که جریان برگشتی بطرف پمپ دیگر وجود ندارد.

۷- شرایط عملیاتی (فشار و درجه حرارت) بررسی شد که مشکلی مشاهده نشد.

۸- لوله ها و ولوهای ورودی و خروجی مورد بررسی قرار گرفتند که مشکلی نداشتند.

۹- باتوجه به این که کلیه اقدامات انجام شده باعث رفع مشکل نشده بود به بدنه داخلی Iner case

پمپ شک شد و اقدامات لازم برای سفارش و خرید Iner case گرفته شد.

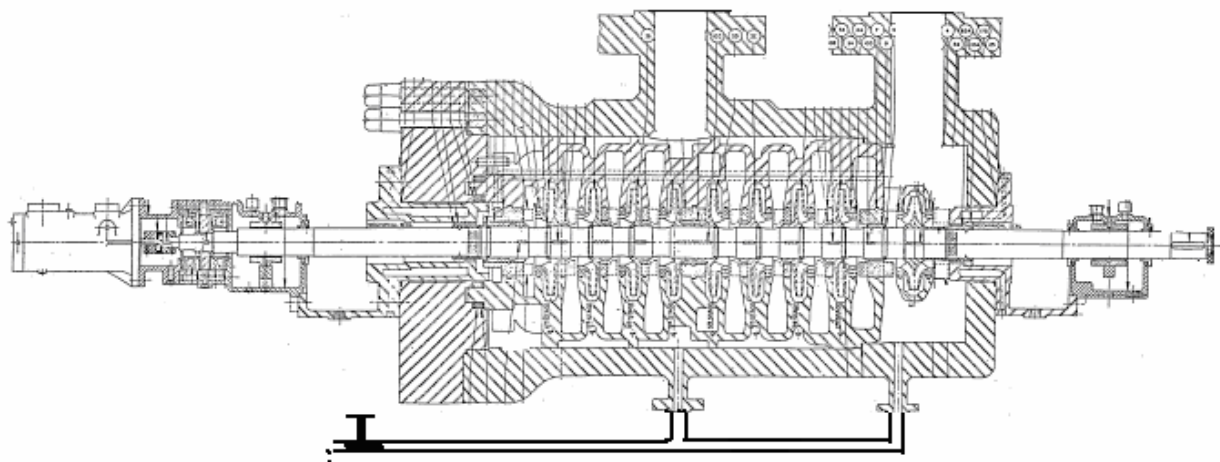
۱۰- باتعویض Iner case نیز مشکل حل نشد.

### علت

پس از طی کلیه موارد فوق که چندین سال طول کشید و بررسی های انجام شده مشخص شد که علت اصلی کم بودن ظرفیت پمپ فوق مرتبط بودن مسیرهای Drain زیر پمپ است که باهم دیگر ارتباط داشتند که با جدا کردن این مسیرها و نصب ولو مشکل مرتفع شد.

لازم به توضیح است که قسمت های فشار پایین (ورودی پمپ) و فشار بالای (خروجی پمپ) Iner case در داخل Barrel به توسط تکیه گاهی که روی آن تعبیه شده و توسط یک عدد اورینگ نسبت

به هم اب بندی می شوند و برای جلوگیری از گسیختگی Iner case به دلیل فشار بالای قسمت داخلی ان مایع خارج شده از پروانه اخری وارد فضای بین Bareel و Iner case می شود و این قسمت تحت فشار بالا است.

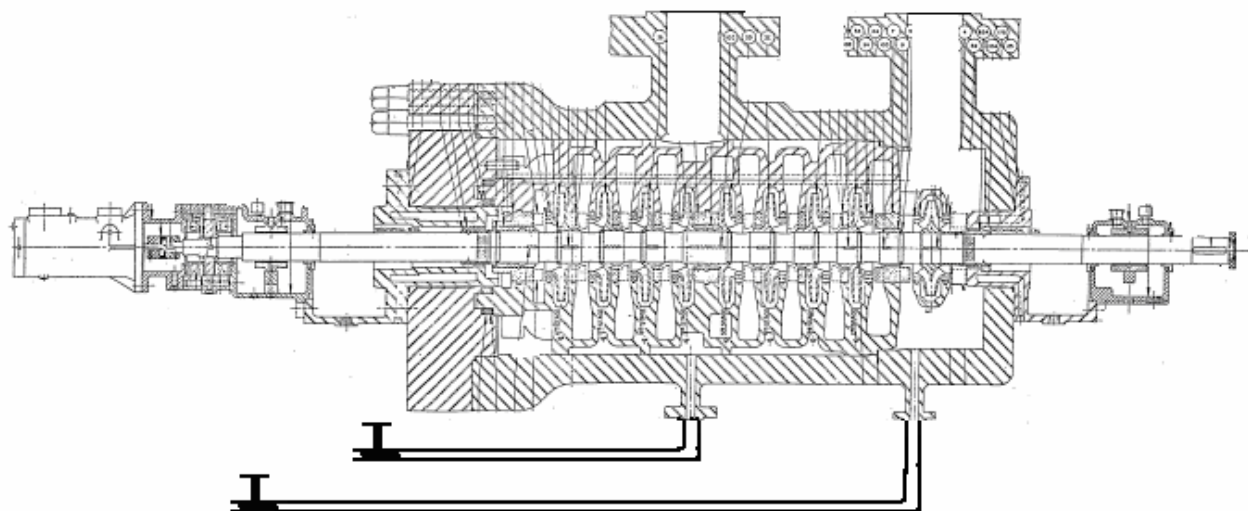


برای تخلیه کردن مایع داخل پمپ دو مسیر تخلیه Drain در قسمت پایینی Bareel تعبیه و طراحی شده است که یک مسیر ان مربوط به قسمت ورودی و مسیر دیگر برای قسمت خروجی طراحی شده است.

به دلیل بی دقتی در نصب اولیه این مسیرها با هم ارتباط داشته اند و همین باعث می گردید که در حین کار مایع از قسمت فشار بالا به قسمت فشار پایین جریان داشته باشد و باعث کاهش فلوی پمپ گردد.

### اقدام اصلاحی

با جدا کردن مسیرهای تخلیه و نصب و لو جدا گانه برای هر کدام از انها مشکل بطور کامل حل شد.



## کم بودن فلوی پمپ P-109

باتوجه به این که شرایط عملیاتی واحد تغییر پیدا کرده بود نیاز به بالابردن فلوی پمپ فوق حائز اهمیت بود.

### مشخصات پمپ

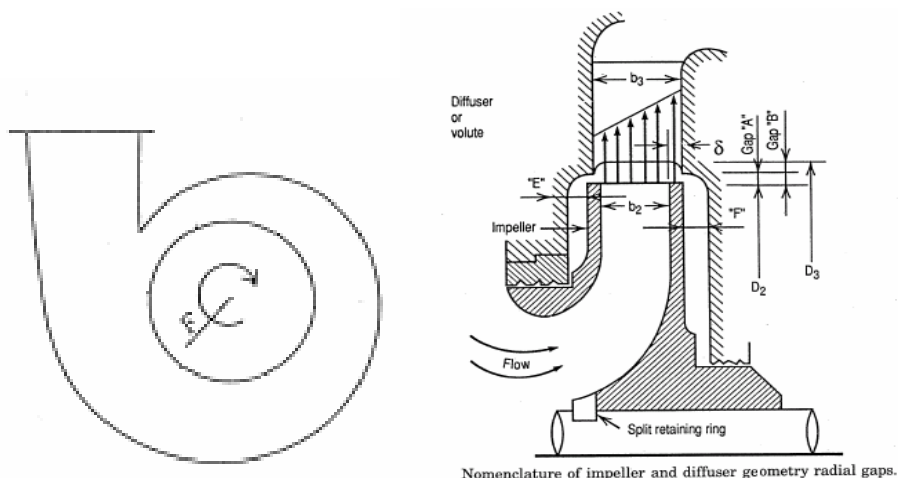
- ۱- پمپ یک پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای
- ۲- پروانه نوع دوطرفه Double Suction.
- ۳- فشار ورودی 2.4 Bar
- ۴- فشار خروجی 14.7 Bar
- ۵- توان الکتریکی موتور 235 Kw

### اقدامات انجام شده

- ۱- چک کردن و اندازه گیری قطر پروانه.
  - ۲- قطر پروانه پمپ فوق روی ماکزیمم بودولی فلوی پمپ بودولی فلوی لازم تولید نمی شد.
  - ۲- چک کردن کلرنس Wearing Ring های پروانه و مقایسه آن با حد مجاز.
  - ۳- چک کردن شرایط عملیاتی از نظر فشارهای ورودی و خروجی.
  - ۴- چک کردن جهت دور الکتریکی موتور.
  - ۵- چک کردن گرفتگی در مسیر چشمه پروانه.
- که پس از ارسال پمپ به واحد در سرویس قرار گرفتن آن باز مشکل وجود داشت.

### علت

زیاد شدن فاصله پروانه پمپ از بدنه به دلیل خوردگی و سائیدگی که باعث می شد مایع بصورت هرز در اطراف پروانه بچرخد و از داخل پمپ بیرون نرود.



مشکل فوق باجوشکاری لبه دهانه خروجی از پروانه و کم کردن فاصله پروانه از بدنه در این ناحیه انجام گردید.

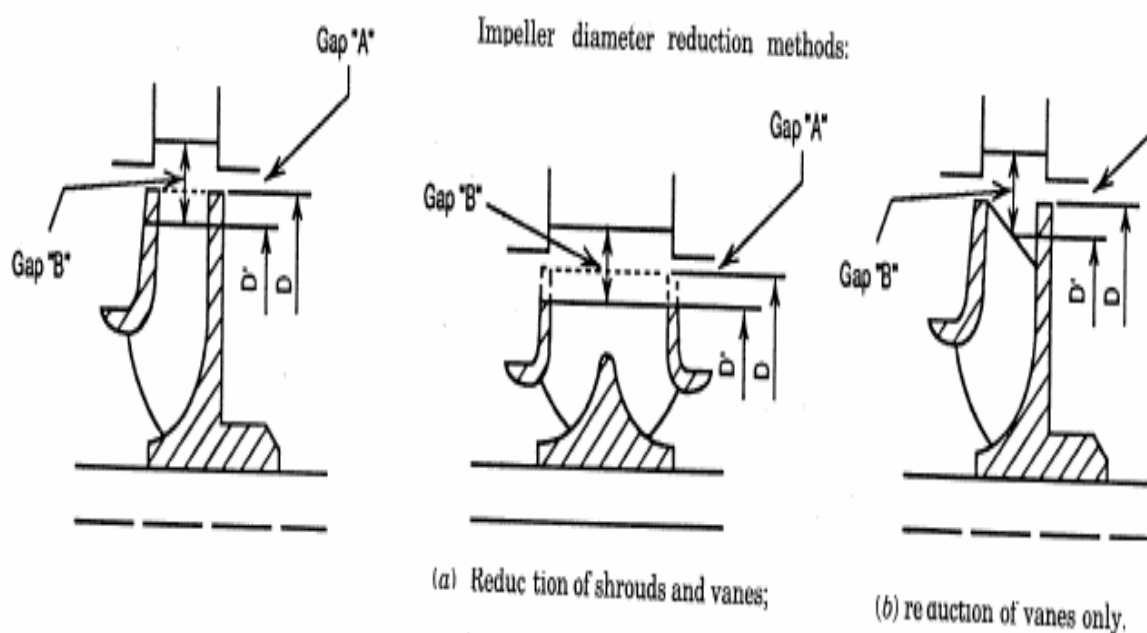
لازم به توضیح است که کم کردن فاصله شعاعی پروانه از بدنه باعث جلوگیری از هرز چرخیدن مایع و هدایت آن به طرف ولوت و بیرون رفتن آن از پمپ می شود که باین عمل بطور محسوسی می توان مقدار فلو پمپ را افزایش داد.

### توصیه

اگر بنا به ضرورت عملیاتی نیاز باشد که در پمپی قطر پروانه از حد Rated کمتر انتخاب شود توصیه می شود کاهش قطر فقط از Vane ها انجام شود و دیواره های پروانه نگه داشته شود.

این کار باعث جلوگیری از هرز چرخیدن مایع در داخل ولوت و نهایتاً افزایش راندمان پمپ خواهد شد.

در شکل های زیر نحوه کم کردن قطر پروانه های مختلف اعم از پروانه Single Suction و Double Suction و پروانه نوع فرانسس (که Vane های آن دارای پیچیدگی است و با محور موازی نیست) نشان داده شده است.



## کم بودن ظرفیت پمپ P-109

پس از تغییراتی که در واحد تقطیر انجام شد نیاز بود که ظرفیت پمپ های فوق نیز افزایش پیدا کنند که هیچ چاره ای جز بالاتر بردن قطر پروانه انها نبود و به دلیل نبودن پروانه با قطر بالاتر در انبار و نیاز به زمان تقریبی زیاد برای مدل سازی ریخته گری و... ساخت پروانه در داخل یاسفارش خارج ان باعث ایجاد مشکلات عملیاتی شده بود.

### راه حل

این مشکل با بالا بردن قطر پروانه های قبلی از طریق اضافه کردن لبه به دیواره ها و Vane ها طبق روش زیر انجام شد.

۱- بریدن دو عدد رینگ گرد به ضخامت دیواره های پروانه و با قطر داخلی پروانه و قطر خارجی مورد نظر از جنس مناسب .

۲- جوش دادن انها به دو طرف پروانه (در امتداد دیواره های قبلی).

۳- بزرگتر کردن Vane های پروانه با جوشکاری.

۴- سنگ زدن انها.



با انجام این کار علاوه بر رفع مشکل پمپ فوق و عدم نیاز به سفارش یا ساخت پروانه جدید که نیاز به صرف وقت و هزینه های زیاد دارد، تاکنون تعداد زیادی پروانه با قطر کم مورد Modification قرار گرفته و روی پمپ های متعدد استفاده شده است.

## کم شدن ظرفیت پمپ P-501

مشکل پمپ فوق کم شدن فلوی ان نسبت به قبل بود که فلوی مورد نیاز را فراهم نمی کرد.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز دو مرحله ای

۲- مایع پمپ شونده گاز مایع

۳- فشار ورودی 6.2Bar

۴- فشار خروجی 19.7Bar

۵- توان الکتریکی موتور 105Kw

### اقدامات انجام شده

۱- چک کردن صافی ورودی پمپ که مشکلی مشاهده نشد.

۲- چک کردن جهت دور الکتریکی موتور.

۳- چک کردن مقدار امپرفر مصرفی که در حد معمول بود.

۴- چک کردن فشارهای ورودی و خروجی.

۵- ارسال پمپ به کارگاه جهت چک کردن قطعات داخلی

۶- چک کردن قطر پروانه کلرنس رینگ های فرسایشی بوش ها و ..... که در حد مجاز بودند.

۷- ارسال مجدد پمپ به واحد.

۸- در سرویس قراردادادن پمپ پس از نصب

که با انجام این اقدامات مشکل حل نشد.

### علت

خراب بودن شیریک طرفه Check Valve پمپ یدک

پس از بررسی های انجام شده مشخص شد که به دلیل اب بند کامل نبودن چک ولو (شیریک طرفه) پمپ یدک مقداری از مایع خروج شده از پمپ وارد پمپ یدک می شد و باعث کاهش فلوی کلی می گردید.

توصیه: در مواقعی که مشکل کم بودن ظرفیت (فلوی) یک پمپ مطرح می شود پس از اقدامات اولیه نظیر چک کردن صافی، جهت دور پمپ و ..... حتما قبل از هر گونه اقدام تعمیراتی بابتستن ولو خروجی پمپ یدک از سالم بودن Check Valve پمپ یدک ان نیز اطمینان حاصل شود.

## کم بودن فلوی پمپ P-635

باتوجه به یکسان بودن شرایط عملیاتی پمپ فوق باپمپ های مشابه, فلوی ان نسبت به پمپ های دیگر کمتر بودوهمین امر باعث شده بود که پمپ فوق چندین بار بازوبه کارگاه ارسال شودولی مشکل حل نشود.

### مشخصات پمپ

۱-پمپ یک مرحله ای نوع گریزازمرکز.

۲-نوع پمپ Over Hang

۳-نوع پروانه پروانه بسته

۴-فشارورودی

۵-فشارخروجی

۶- مایع پمپ شونده بنزین سبک

### اقدامات انجام شده

۱-چک کردن صافی ورودی.

۲-چک کردن شرایط عملیاتی(فشارهاودرجه حرارت ها).

۳-چک کردن مسیرلوله های های ورودی وخروجی پمپ درحین تعمیرات اساسی واحد.

۴-چک کردن الکتروموتور.

۵-چک کردن چک ولوپمپ یدک.

۶-ارسال پمپ به کارگاه بررسی های لازم روی ان شامل:

الف-اندازه گیری قطرپروانه ومقایسه ان باقطرپروانه های دیگر که باقطرپروانه های دیگریکسان بود.

ب-بررسی گرفتگی پروانه که مشکلی مشاهده نشد.

پ-اندازه گیری کلرنس بوش هاورینگ های فرسایشی که درحدمجازبودند.

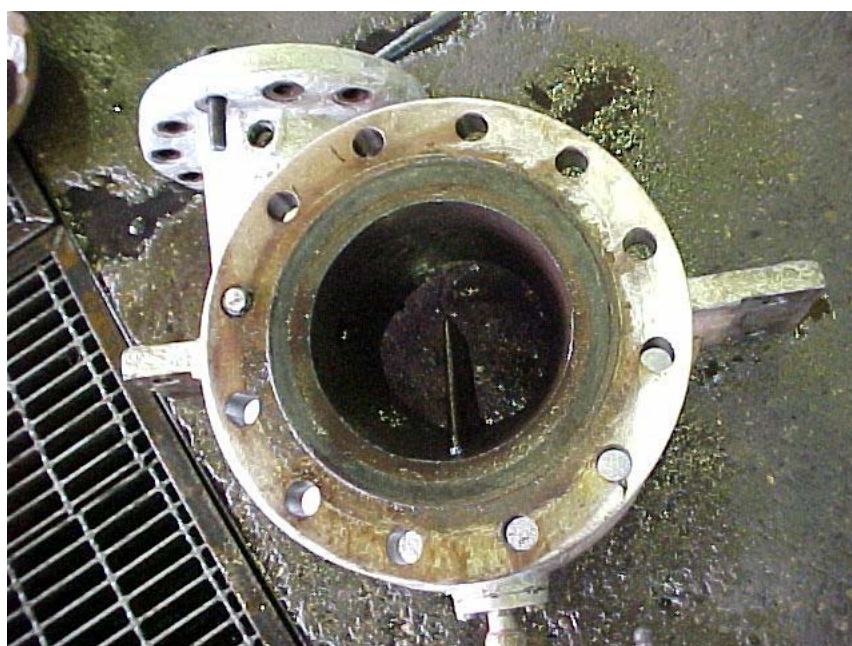
۷-ارسال مجددپمپ به واحدو درسرویس قراردادن ان پس ازنصب

ولی مشکل همچنان باقی بود.

### مشکل اصلی

پس ازچندین بار که پمپ فوق بازوبه کارگاه ارسال گردیدوبررسی های به عمل آمده مشخص گردید که علت اصلی کم بودن فلوی پمپ نسبت به پمپ های مشابه به دلیل خورده شدن واژبین رفتن Division نصب شده درقسمت نازل ورودی پمپ بودVortex Breaker که باعث بوجودآمدن جریان های گردابی درقسمت ورودی چشمه پروانه وبه دنبال ان کاهش راندمان وکارائی وظرفیت پمپ می شد.

لازم به توضیح است که چرخش پروانه بادور زیاد (درحین کار پمپ) باعث چرخش مایع در نازل ولوله ورودی پمپ و همچنین پروانه پمپ و منجر به ایجاد جریان های گردابی Vortex در قسمت ورودی می شود که این شرایط نیز باعث کاهش راندمان و کارائی پمپ می گردد. که معمولا در طراحی پمپ ها برای جلوگیری از ایجاد جریان های گردابی یک یا چند عدد تیغه Division در نازل ورودی پمپ که به عنوان Vortex Breaker عمل می کنند نصب می شود تا از ایجاد این مشکل جلوگیری شود و در صورتی که به هر علتی این تیغه ها از بین بروند می تواند باعث بوجود آمدن Vortex شود که نتیجه آن کم شدن کارائی پمپ خواهد شد.



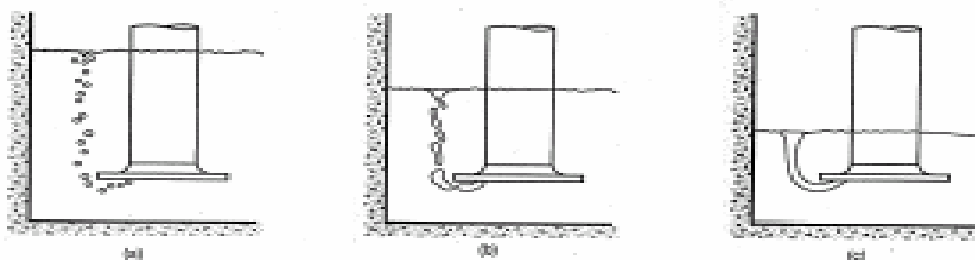
### نقش جریان های گردابی Vortex روی عملکرد پمپ ها

همانطور که قبلا اشاره شد با چرخیدن پروانه پمپ، مایع در لوله ورودی نیز شروع به چرخیدن می کند این عمل باعث ایجاد نیروی گریز از مرکز می شود و باعث می گردد قسمت های سنگین (مایع) به قسمت جداره های لوله بچسبند و قسمت های سبک تر که بخشی از آن را حباب های هوای محلول در مایع را تشکیل می دهند در قسمت مرکزی لوله متمرکز و به هم می پیوندند و باعث جدا شدن هوای محبوس در اب و جمع شدن آن ها در وسط لوله و وارد شدن به پمپ ایجاد حالت کاویتاسیون و Suction Loose شدن جزئی (هوا کشیدن) را برای پمپ بوجود آورند که همین امر باعث کاهش ظرفیت پمپ و کاهش راندمان پمپ می شود.

این حالت دقیقا مثل تخلیه اب در داخل ظرف شوئی است (که در اثر حرکت وضعی زمین به دور خود باعث چرخیدن اب و ایجاد یک سوراخ هوا در وسط ابی که از ظرف شوئی پایین می رود می

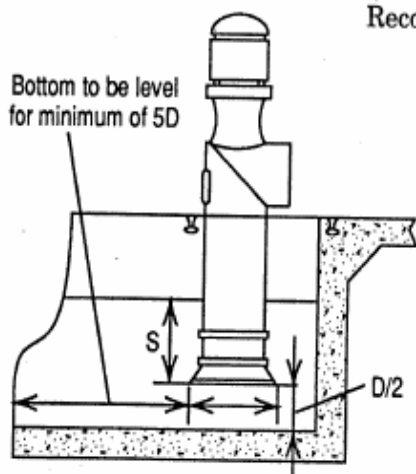
شود) این عمل در قسمت لوله ورودی پمپ ها نیز اتفاق می افتد و می تواند منجر به دو فاز شدن مایع و ورود هوا به داخل پمپ شود و باعث Suction Loose شدن پمپ و عدم کارایی و کاهش راندمان پمپ گردد.

البته لازم به توضیح است که پدیده Vortex علاوه بر پمپ های افقی در پمپ های عمودی نیز می تواند اتفاق بیفتد که برای جلوگیری از تشکیل Vortex در بسیاری از موارد از ورتکس شکن ها Vortex Breaker (در کف مخازن در قسمت ورودی پمپ) استفاده می شود. همچنین در پمپ هایی که لوله آنها در مایع قرار می گیرد لوله های ورودی نیز باید به اندازه کافی در مایع فرو رود تا از ایجاد ورتکس جلوگیری شود.

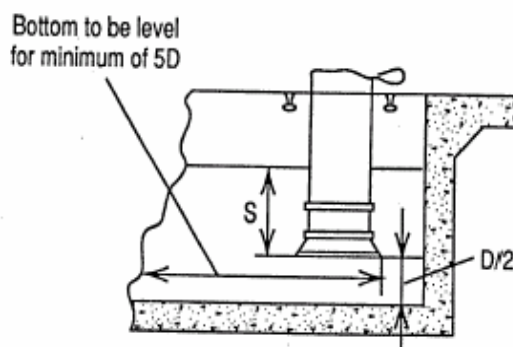


و برای جلوگیری از ایجاد Vortex حتما باید مقداری از لوله در مایع نفوذ کند تا از پدیده ورتکس جلوگیری کند که این ارتفاع بستگی به قطر لوله و ..... که در حین نصب پمپ ها باید مراعات شوند. در شکل های زیر مقدار طولی از لوله که باید در مایع نفوذ کند تا از پدیده ورتکس جلوگیری کند را بر حسب مقدار قطر لوله و همچنین مقدار مینیمم فاصله مورد نیاز بین کف مخزن و لوله ورودی پمپ را نشان داده است که در حین نصب پمپ ها باید مراعات شوند.

Recommended sump designs.

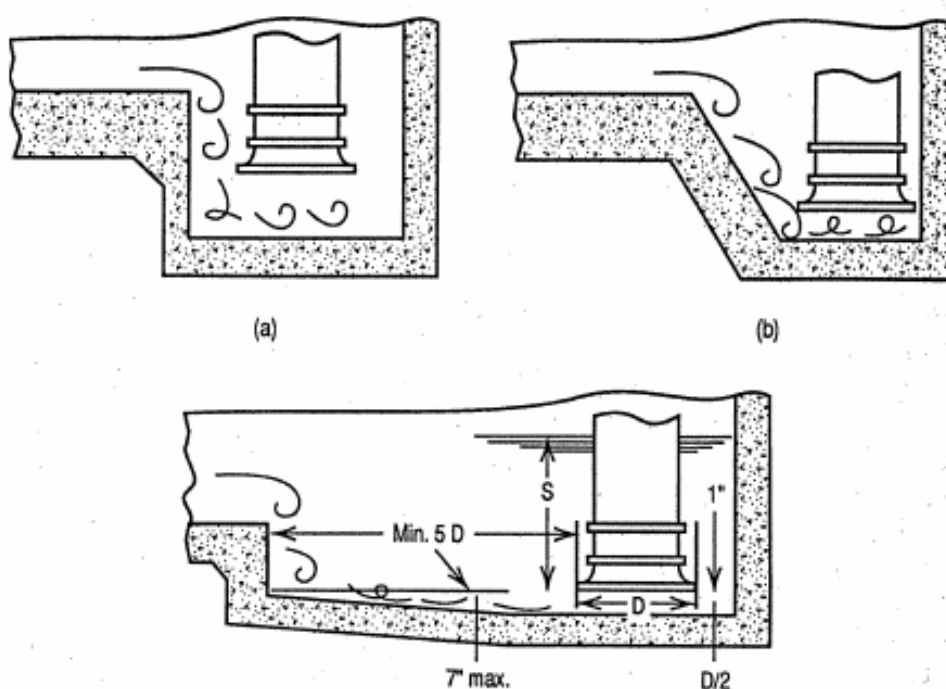


(a) Single pump installation;



(b) multiple pump installation.

همچنین در طراحی مخازن و محل قرارگیری لوله های ورودی پمپ ها باید دقت لازم انجام شود تا از ایجاد جریان های گردابی و مغشوش جلوگیری شود.  
در شکل های زیر وضعیت های غلط (شکل های بالائی) و صحیح (شکل پائینی) نشان داده شده است.



لازم به توضیح است که در اغلب اوقات مسائلی که باعث کاهش در عملکرد پمپ می شوند مربوط به قسمت اصلی و دوار پمپ که بخش اصلی پمپ است نمی باشد و مشکلات را باید در جاهای دیگر نظیر قسمت های ثابت پمپ اعم از ولوت، نازل ورودی و شرایط نامناسب نصب پمپ ها جستجو کرد.

## کم شدن فلوی پمپ های Intake pump درچه

پس از تعمیر این پمپ هادر کارگاه وانتقال انها به واحد بازشکوه از کم بودن فلوانها می شد. باتوجه به این نکته که تعمیر کامل واساسی پمپ باتعویض پروانه هاو کم کردن کلرنس های داخلی باید باعث افزایش ظرفیت اب دهی انها نسبت به قبل می شد برعکس این اقدامات باعث کاهش فلو و امپر مصرفی انها نیز نسبت به قبل می شد که درابتدا این موضوع خیلی غیرمنطقی به نظر می رسید.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز عمودی سه مرحله ای .

۲- پروانه نوع جریان مختلط فرانسسی.

۳- فشار خروجی 4Bar

۴- مایع پمپ شونده اب رودخانه زاینده رود ( برای انتقال اب از حوضچه های کنار رودخانه زاینده رود به تاسیسات ابرسانی درچه استفاده می شود).

### اقدامات انجام شده

با بالابراین بردن محور (با کم وزیاد کردن فاصله کوپلینگ ها) کلرنس رینگ های فرسایشی تغییر داده می شد که عملا به دلیل این که پروانه های ان از نوع پروانه بسته بود اثری روی فلوی پمپ نداشت و حتی بعضی اوقات مجبور به باز کردن پمپ و ارسال مجددان به کارگاه می گردید.

### علت

طی بررسی های متعدد که انجام شد مشخص گردید که علت اصلی کم شدن ظرفیت پمپ پس از تعمیر (که معمولا به دلیل خراب شدن پروانه تعویض می شد) زیاد شدن حجم داخلی پروانه بوده که باعث می شد حجم بیشتری مایع وارد پروانه شود و پروانه می بایست ان را پمپاژ نماید ولی پس از تعمیر پمپ به دلیل نوشدن پروانه حجم داخلی پروانه کمتر از پروانه کهنه می شد و طبیعتا باعث ورود و پمپاژ کمتر مایع و مصرف برق کمتر هم می گردید.

لازم به توضیح است که دلیل اصلی زیاد شدن حجم داخلی پروانه به علت خوردن سیال پمپ شونده و کثیف بودن مایع (وجود ذرات جامد همراه با مایع) و ضعیف بودن جنس پره ها و مرور زمان بود که باعث خورده شدن وسایش پروانه می شد و باعث می گردید جداره ها و دیواره های داخلی پروانه به مرور زمان در اثر سایش و خوردگی نازک شوند و باعث افزایش حجم داخلی پروانه و نهایتا منجر به تولید بیشتر فلو می گردید.

## بیش از حد امپر کشیدن الکتروموتور پمپ P-602

مشکل پمپ فوق بیش از حد امپر کشیدن الکتروموتور پمپ فوق (امپر موتور روی Red Mark قرار می گرفت) نسبت به الکتروموتور های مشابه بود که باعث ایجاد نگرانی برای عملیات واحد شده بود.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ Over Hang یک مرحله ای

۲- مربوط به سیستم آب خنک کننده جاکت کولینگ اطراف سیلندرهای کمپرسورهای 601

۳- فشار ورودی صفر.

۴- فشار خروجی 10Bar.

### اقدامات انجام شده

۱- چک کردن مقدار امپر مصرفی الکتروموتور در حالت بدون بار.

۲- ارسال الکتروموتور به کارگاه جهت چک و بررسی.

۳- تعویض الکتروموتور با الکتروموتور مشابه.

۴- ارسال پمپ به کارگاه و چک کردن و تنظیم کلرنس رینگ های فرسایشی (کم کردن نشتی های داخلی).

۵- رساندن کلرنس رینگ های فرسایشی به مینیمم.

۶- هم محور کردن دقیق و تنظیم فاصله کوپلینگ ها.

۷- بررسی لوله های ورودی و خروجی.

۸- چک کردن شرایط عملیاتی از نظر فشار و درجه حرارت.

۹- چک کردن جهت دور موتور.

پس از انجام تمامی موارد فوق و در سرویس قرار گرفتن پمپ باز ملاحظه می شد که مشکل مرتفع نشده است.

### علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص شد که علت اصلی امپر کشیدن الکتروموتور پمپ فوق مربوط به باریش از حدی بوده که موتور متحمل می شده که ناشی از خوردگی و ساییدگی در قسمت های داخلی پروانه پمپ (نازک شدن دیواره ها) بوده که باعث افزایش حجم داخلی پروانه و نهایتاً باعث وارد شدن حجم زیادی از مایع به پروانه شده و به دنبال آن مقدار توان بیشتری هم برای پمپاژ این مایع زیاد نیاز بود که باید الکتروموتور آن را تامین می کرد که با تعویض پروانه مشکل برطرف شد

## گرم کردن یاتاقان پمپ PT-2206

دمای یاتاقان خارجی پمپ فوق نسبت به پمپ های مشابه بیشتر بود.

### مشخصات پمپ

- ۱- پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای نوع Double Suction
- ۲- نوع سرویس اب گردشی برج های خنک کننده
- ۳- ظرفیت پمپ 2100 Lit/Min
- ۴- فشار ورودی صفر
- ۵- فشار خروجی 4Bar
- ۶- نوع یاتاقان Self Align که روی ادپتور (سیلیویا بوش) نصب می شود.
- ۷- فاصله بین یاتاقان های پمپ تقریباً دو متر (پمپ با محور بلند).
- ۸- دور پمپ 600RPM

### اقدامات انجام شده

- ۱- چک کردن کولر ابی یاتاقان.
  - ۲- چک کردن و تنظیم سطح روغن داخل هوزینگ برینگ.
  - ۳- چک کردن لقی یاتاقان (با فیلر زدن).
  - ۴- تعویض و ساخت یاتاقان و ادپتور آن.
  - ۵- تنظیم دقیق فاصله بین کوپلینگ ها با Spacer
  - ۶- تعویض هوزینگ برینگ پمپ.
  - ۷- چک کردن و تصحیح وضعیت Alignment
  - ۷- ارسال پمپ به کارگاه و تعمیرات اساسی آن
  - ۸- ارسال بدنه پمپ روی ماشین بورینگ برای اطمینان از محل قرارگیری هوزینگ برینگ ها (موازی بودن دو سطح نسبت به هم دیگر و عمود بودن آنها نسبت به محور پمپ).
  - ۹- چک کردن تنش های ناشی از سیستم لوله کشی
- باتوجه به بزرگ بودن پمپ فوق انجام این اقدامات روی آن چند سال بطول انجامید که متأسفانه با انجام این اقدامات مشکل کمافی السابق در جای خود باقی بود

### علت

لازم به توضیح است با عنایت به این که عامل اصلی بالا رفتن درجه حرارت عاملی بجز نیروی بیش از حد نمی باشد (بخصوص نیروی محوری) و باتوجه به این که نیروهای تراست هیدرولیکی روی پروانه کاملاً بالانس است (به دلیل استفاده از پروانه دو مکشه) و نکته حائز اهمیت ترین که یاتاقان های Self

Align (که روی این پمپ ازان استفاده شده است) به هیچ وجه قادر به کنترل کردن نیروهای تراست نیستند پس از بررسی های بیشتری مشخص شد که دلیل اصلی گرم کردن یاتاقان تراست پمپ فوق ناشی از Misalignment جزئی پمپ و گیربکس و ترازن بودن پمپ بوده است که مشکل باتراز کردن پمپ و سپس انجام عملیات هم محوری دقیق گیربکس نسبت به پمپ بطور کامل مرتفع گردید.

لازم به توضیح است که باتوجه به طویل بودن محور پمپ و دورپایین پمپ و گیربکس و با توجه به این که انحرافات ناهم محوری در یک فاصله تقریباً کم (حدود ۲۵ سانتیمتری) و نزدیک به یاتاقان داخلی اندازه گیری می شود حتی انحرافات بسیار کم ناهم محوری هم می تواند انحراف زیادی را برای یاتاقان تراست نسبت به یاتاقان طرف داخلی بوجود آورد و باعث اعمال حرکت ها و نیروی زیاد ناشی از مولفه وزن رتور و نیروهای ناشی از ناهم محوری روی یاتاقان تراست می شود که علاوه بر خرابی زودرس یاتاقان می تواند باعث گرم شدن یاتاقان شود.

ترازن بودن دستگاه هایی که محورهای بلند و سنگین دارند می تواند باعث اعمال نیروی مولفه افقی وزن محور روی یاتاقان ها و Over Load نمودن یاتاقان و نهایتاً منجر به افزایش درجه حرارت و ... گردد. غالباً مشاهده شده است که در جاهایی که دور دستگاه کم است در انجام عملیات هم محوری و سواس زیاد به خرج داده نمی شود ولی نکته حائز اهمیت این است که در حین عملیات هم محوری علاوه بر دور دستگاه به طول محور (فاصله یاتاقان ها از یکدیگر) نیز باید توجه شود و در مواردی که محور طویل است دقت خیلی بیشتری نسبت به هم محوری باید مبذول گردد و باید سعی شود از دستگاه های لیزری برای Alignment استفاده شود.

نکته: در حین هم محور کردن دستگاه هایی که دارای محور طویل هستند:

۱- ابتدا باید از ترازن بودن آن اطمینان حاصل شود.

۲- سعی گردد ماشین با محور طولانی تر و سنگین تر ثابت نگه داشته شود یا به عبارت دیگر کم و زیاد کردن شیمز زیر پایه های ماشین دیگر انجام شود.

## عدم کارائی پمپ P-205

مشکل پمپ فوق عدم کاردهی ان (فلون دادن) بود.

### مشخصات پمپ

۱- نوع رفت و برگشتی پلانجری

۲- مایع پمپ شونده نالکو

۳- فشار خروجی 7.8 Bar

### اقدامات انجام شده

۱- چک کردن Check Valve های ورودی و خروجی و تعویض آنها.

۲- اطمینان از عدم ورود هوا از طریق لوله ها و اتصالات.

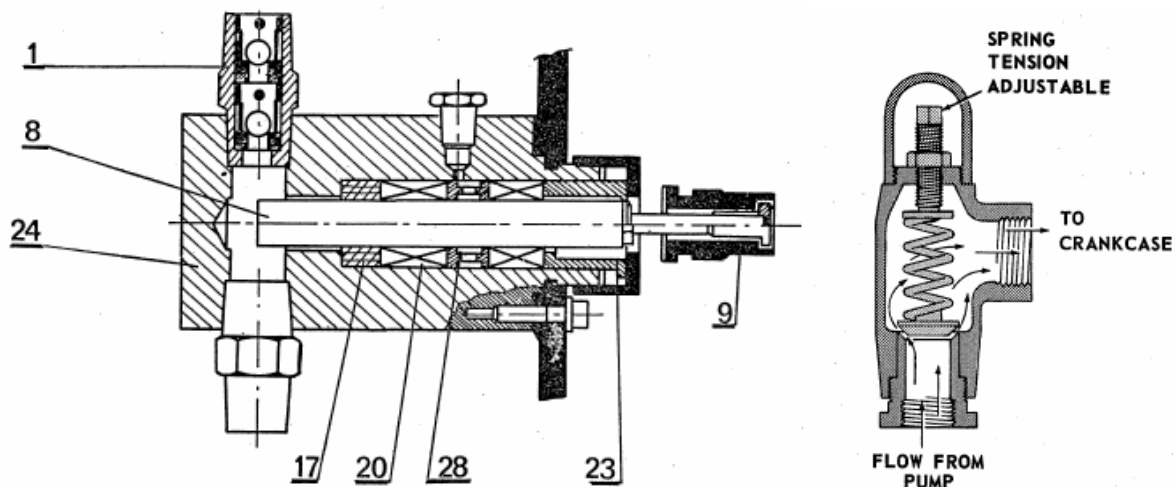
۳- چک کردن پکینگ ها.

۴- اطمینان از حرکت پلانجر.

که مشکلی مشاهده نشد.

### علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص شد که علت اصلی پمپ نکردن پمپ فوق ناشی از خراب بودن شیر اطمینان Safety Valve نصب روی مسیر خروجی پمپ بوده (مسیر تخلیه ان روی لوله ورودی متصل است) خراب بودن این ولو باعث می شد پمپ کار پمپاژ را انجام دهد ولی مایع پمپ شده مجدداً از طریق Safety Valve بطرف ورودی پمپ برگردد و از پمپ خارج نشود و باعث کم شدن سطح مایع در مخزن ورودی گردد.



### **خرابی ناگهانی بال برینگ پمپ P-107**

وضعیت پمپ از نظر لرزش و... تا یک روز قبل از خرابی بسیار خوب و در حد قابل قبول بود ولی بطور ناگهانی با خرابی برینگ مواجه شد.

#### **مشاهدات**

۱- صدمه دیدن جدی کنس داخلی بال برینگ.

۲- سالم بودن کنس داخلی بال برینگ.

۳- آسیب دیدن ساچمه ها.

#### **علت**

پس از بررسی های انجام شده اینطور نتیجه گیری گردید که عبور جریانات الکتریکی از داخل بال برینگ باعث آسیب رساندن به بال برینگ و جوش خوردن قطعات آن شده است. لازم به توضیح است که در روز حادثه در همان واحد کار جوشکاری انجام شده بود و روی دو عدد بال برینگ مربوط به دو پمپ که به فاصله چند متری هم قرار داشتند این اتفاق تکرار شده بود. این مشکل احتمالا مربوط به سیستم اتصال زمین Earth تجهیزات پالایشی است.

### **ذوب شدن Oil Ring پمپ P-202**

وضعیت پمپ تا چند ساعت قبل از حادثه بسیار خوب و از هر لحاظی قابل قبول بود ولی بطور ناگهانی و در فاصله زمانی محدودی با افزایش درجه حرارت هوزینگ برینگ و بال برینگ باعث خراب شدن و جام شدن بال برینگ روی محور (سیلیو) و سوختن آن شد.

پس از باز کردن هوزینگ مشاهده شد که با توجه به موجود بودن روغن در داخل Housing Bearing یا تاقان دچار خرابی جدی شده است.

#### **مشاهدات**

Oil Ring مورد بررسی قرار گرفت که ملاحظه شد با توجه با سالم بودن (ضخامت قسمت های باقی مانده یکی بود) آن یک قسمت آن از آن جدا شده است که پس از بررسی های بیشتر چندین قطره براس در داخل هوزینگ برینگ مشاهده شد.

#### **علت**

احتمالا عبور جریانات الکتریکی در زمان جوشکاری در واحد باعث ذوب شدن Oil Ring و از کار افتادن آن و نرسیدن روغن به بال برینگ و آسیب دیدن آن شده است. (لازم به ذکر است که در پمپ هائی که سیستم روغنکاری آنها با Oil Ring است سطح روغن پایین تر از بال برینگ است).



نکته قابل توجه این که این بال برینگ روی سیلین نصب شده بود و پس از بیرون آوردن سیلین از روی محور ملاحظه شد که محور نیز دقیقاً در زیر بال برینگ بریده است به عبارت دیگر گرم شدن محور در زیر بال برینگ به دلیل از کار افتادن Oil Ring باعث کمک به بریدن شافت شده است لازم به توضیح است که با عنایت به این که در طی دو سال گذشته چندین مورد این چنینی اتفاق افتاده است مکانیزم بوجود آورنده این مشکل تاکنون بطور دقیق مشخص نمی باشد عبور جریان الکتریکی هنوز به عنوان یک فرضیه است و نیاز به مطالعات بیشتری را در این زمینه طلب می کند تا از ایجاد خسارت های بعدی جلوگیری شود. در صورتی که فرضیه فوق به اثبات برسد احتمال تکرار این مسائل و از کنترل خارج شدن تعمیرات پیشگیرانه و آنالیز ارتعاشات وجود خواهد داشت.

## کم بودن طول عمر تراست برینگ P-158

مشکل اصلی پمپ فوق کم بودن طول عمر و خرابی زودرس یاتاقان های تراست ان بود.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز دو مرحله ای

۲- نوع یاتاقان های تراست Angular Contact Ball Bearing

۳- نوع کوپلینگ Metastream Coupling

۴- یاتاقان تراست بال برینگ تماس زاویه ای شماره ۷۴۱۰ می باشد.

باتوجه به این که نیروهای هیدرولیکی تراست پمپ باقرار دادن پشت به پشت پروانه ها بصورت داخلی بالانس شده بود ولی باز طول عمر یاتاقان های تراست ان پایین بود و دستگاه های آنالیز ارتعاشات نیز خرابی ها را تایید می نمود.

هنگام باز کردن بال برینگ ها مشاهده می شد که هر دو بال برینگ آسیب دیده است و باتوجه به این که اگر نیروهای تراست هیدرولیکی وجود داشته باشد فقط در یک جهت عمل می کند و تنها باعث خرابی یکی از یاتاقان ها می شود می توان این طور نتیجه گیری کرد که مسئله خرابی ربطی به نیروهای محوری ندارد (البته یاتاقان های تراست روی این پمپ هم وظیفه کنترل نیروهای محوری و هم کنترل کردن نیروهای شعاعی را دارند).

### علت

پس از بررسی های به عمل آمده مشخص شد که علت اصلی خرابی زودرس بال برینگ تراست مربوط به انتخاب غلط نوع ان بوده است (استفاده از بال برینگ با تحمل باریشتر).

### اقدام اصلاحی

با تعویض نوع بال برینگ از 7410 به 7311 که نیاز به Preload کمتری دارند و با نصب بال برینگ ها روی سیلیوم مشکل بطور کامل مرتفع شد (لازم به توضیح است که قطر خارجی این دو عدد یاتاقان با هم یکسان است).

بال برینگ های نوع تماس زاویه ای ۷۴۱۰ دارای تحمل نیرو و کلاس بالاتری می باشند و دارای تعداد ساچمه کمتر و ساچمه های بزرگتری هستند و به دلیل قطر داخلی تقریباً کم آنها و موقعیت قرارگیری آنها در هوزینگ برینگ با سفت کردن لاک پشت آنها امکان ایجاد Preload مناسب روی آنها فراهم نمی شود و باعث می شود ساچمه ها با کنس ها کمی لقی داشته باشند که همین لقی باعث جابجائی بیشتر آنها در حین کار (ارتعاش) و به دلیل سنگین تر بودن ساچمه ها باعث ایجاد ضربات بیشتر روی کنس ها و خرابی کنس و نهایتاً خرابی زودرس یاتاقان می شوند.

## خرابی تراست برینگ های P-633

پمپ فوق به علت لرزش و سروصدا و گرم کردن یاتاقان خارجی از سرویس خارج شد.

### مشخصات پمپ

- ۱- پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای.
- ۲- نوع یاتاقان بال برینگ تماس زاویه ای.
- ۳- نوع کوپلینگ Metastream Coupling.
- ۴- مایع روان کننده روغن .
- ۵- نحوه نصب یاتاقان های تراست بصورت پشت به پشت.

### بررسی های اولیه

- ۱- پمپ مجدداً در سرویس قرار گرفت و لرزه نگاری شد.
- ۲- منحنی های FFT نشان از خرابی یاتاقان ها می داد چون لرزش در فرکانس های بالا بود.
- ۳- مقدار GSE بیشتر از حد مجاز بود که بازبین خرابی بال برینگ بود.
- ۴- سروصدا و گرم کردن یاتاقان نیز خبر از خرابی بال برینگ می داد.
- ۵- گرمای زیاد خبر از خرابی بال برینگ می داد.

### مشکل

باتوجه به این که وضعیت فبلی پمپ مطلوب بود تعمیرات پیشگیری دستور کارچک کردن تراست برینگ را صادر نمود که پس از باز کردن هوزینگ و بررسی های اولیه مشاهده شد لاک نت پشت تراست برینگ شل شده است که باسفت نمودن آن مشکل بطور کامل مرتفع گردید.

لازم به توضیح است که همیشه لرزش سروصدا گرم کردن و..... دلیل بر خرابی یاتاقان ها نمی باشد و عوامل دیگری نظیر شل شدن لاک نت ها، پایین بودن سطح روغن، نچرخیدن Oil Ring و روغنکاری کننده و..... نیز تاثیر دارند که توصیه می شود قبل از تعویض یک یاتاقان ابتدا کلیه این موارد چک شود و سپس اقدام به تعویض آن گرفته شود. حتی در خیلی از موارد دیده شده است با تصحیح شرایط Alignment و حذف نیروهای اضافی ناشی از نا هم محوری روی یک دستگاه یاتاقانی که احتمال خراب بودن آن داده می شده نیز در وضعیت قابل قبولی قرار گرفته است.

## جام شدن بال برینگ های الکتروموتور پمپ P-2002

جام شدن بال برینگ الکتروموتور پمپ فوق درحین کار که باعث سوختن الکتروموتور نیز گردید.

### مشخصات الکتروموتور

۱- کارخانه سازنده زیمنس

۲- توان الکتروموتور 17KW

۳- نوع یاتاقان بال برینگ Deep Groove Ball Bearing

لازم به توضیح است که الکتروموتور فوق چند روز قبل از حادثه به کارگاه ارسال شده بود و مورد تعمیرات اساسی قرار گرفته بود که بال برینگ های دو طرف نیز تعویض شده بودند.

### مشاهدات

پس از باز شدن الکتروموتور در کارگاه موارد زیر مشاهده شد:

۱- الکتروموتور جام بود.

۲- سیم پیچ ها سوخته شده بودند.

۳- بال برینگ طرف داخلی سوخته شده بود.

۴- ساچمه های بال برینگ بیرون ریخته شده بود.

۵- قفسه Cage بال برینگ گسیخته شده بود.

۶- محور در ناحیه زیر بال برینگ آسیب دیده بود.

۷- بال برینگ طرف دیگر کاملاً سالم بود.

۸- شواهد عینی وجود گریس در داخل بال برینگ های دو طرف وجود داشت.

### علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص گردید که علت اصلی مشکل فوق ناشی از نامرغوب بودن نوع بال برینگ استفاده شده (بال برینگ تقلبی) بوده است. که ملاحظه گردید مشکل مربوط به پین های نگه دارنده Cage آن بوده است که کامل پرچ نشده بودند و باعث این شده بود که درحین کار پرچها از جای خود بیرون بیایند و بین ساچمه ها و کنس ها گیر یفتند و ایجاد مقاومت در برابر چرخیدن ساچمه ها شوند و نهایتاً باعث انهدام بال برینگ خرابی ساچمه ها و کنس ها و جام شدن آن و... شود. لازم به توضیح است که پس از مراجعه به انبار و بررسی یاتاقان های موجود (نمونه استفاده شده) موارد فوق تأیید شد.

استفاده از قطعات یدکی نامرغوب که گاهی ممکن است باقیمت کمتری خریداری شوند می تواند منجر به ایجاد خسارت های بسیار روی دستگاه ها و ماشین الات شود.

## گرم کردن Sleeve Bearing ها

خیلی از مواقع مشاهده شده است که پس از تعویض و نصب Sleeve Bearing حتی نوری یک دستگاه پس از در سرویس قرار گرفتن دستگاه درجه حرارت یاتاقان افزایش پیدامی کند (و دمای آن نسبت به قبل از تعویض یاتاقان خراب نیز بیشتر می شود). این مورد هم در جاهائی که سیستم روغنکاری تحت فشار بوده و هم در جاهائی که سیستم روغن رسانی توسط Oil Ring انجام می شود مشاهده شده است.

### اقدامات انجام شده

- ۱- اندازه گیری کلرنس یاتاقان که در حد مجاز بوده است
  - ۲- تنظیم کردن و حتی بالا بردن فشار روغن
  - ۳- چک کردن Alignment
  - ۴- چک کردن کولر روغن
  - ۵- چک کردن Backpress یاتاقان
  - ۶- اطمینان از نحوه قرارگیری محور در داخل یاتاقان که بارنگ زدن به محور و چرخاندن آن در داخل یاتاقان مشاهده شده که تماس بین محور و یاتاقان کامل بوده است.
- که در اغلب مواقع با چک کردن کلیه این موارد و بدون وجود کوچکترین مسئله ای باز مشکل گرم کردن وجود دارد.

### علت

پس از بررسی های انجام شده و طبق تجربیات بدست آمده در این زمینه مشکل فوق به دلیل کم بودن فلوی روغن عبوری بین محور و شافت و عدم امکان انتقال حرارت بطور کامل بوجود می آید. لازم به توضیح است که روغن علاوه بر روغنکاری نقش بسیار مهمی هم در جذب و انتقال حرارت را بر عهده دارد و در صورتی که مقدار جریان روغن کاهش پیدا کند می تواند منجر به بالا رفتن دمای یاتاقان شود.

### رفع مشکل

Scrap کردن و بیشتر نمودن عمق محل ورود روغن به یاتاقان (شکل زیر). لازم به توضیح است که این مشکل حتی روی یاتاقان های نو هم مشاهده شده و باعث افزایش درجه حرارت آنها شده است که مشکل با اسکراب نمودن بایست در این ناحیه حل شده است.

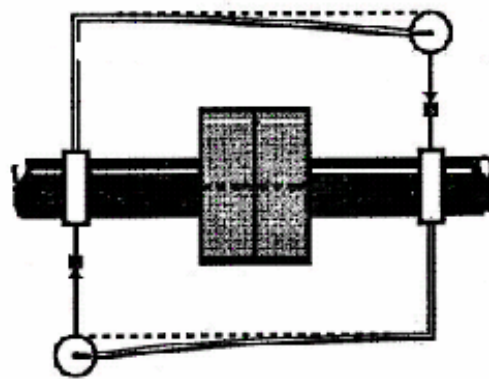


### اختلاف اعداد Optalign با ساعت های اندازه گیر

در حین کار بادستگاه های Alignment لیزری مشاهده می شد که نتایج کار دستگاه های لیزری با ساعت های اندازه گیر متفاوت است در صورتی که دقت اندازه گیری ساعت های اندازه گیر اینچی هم تیک هزارم اینچ است. (به عبارت دیگر وقتی انحرافات ناشی از ناهم محوری برای تعیین مقدار شیمزی که می بایست زیر پایه ها قرار داده شود یا برداشته شود با فرمول های ریاضی محاسبه می شد با مقادیری که توسط Optalign محاسبه می شد اختلاف تقریباً زیادی داشت).

### علت

دلیل آن خیز Sagment ناشی از اثر وزن ساعت های اندازه گیر و متعلقات آن بود که باعث می شد وقتی ساعت اندازه گیر در موقعیت ساعت ۱۲ قرار می گیرد وزن مجموعه سوزن ساعت را بطرف داخل فشار دهد (انحراف مثبت در آن بوجود آورد) و در موقعیت ساعت ۶ عکس این حالت اتفاق بیفتد (انحراف منفی روی ساعت بوجود آورد) که با توجه به موقعیت بستن ساعت های اندازه گیر به روش Reverse این انحرافات بصورت مثبت و منفی روی ساعت ها تاثیر می گذارند و باعث می شود اعداد خوانده شده از روی ساعت های اندازه گیر مقدار واقعی انحرافات ناهم محوری را نشان ندهند و عدد قرائت شده از روی ساعت اندازه گیر ترکیبی از ناهم محوری و خیز ساعت باشد در صورتی که این مسئله برای دستگاه های لیزری منتفی است.. البته لازم به توضیح است که این اختلافات فقط در صفحه قائم بوجود می آید.



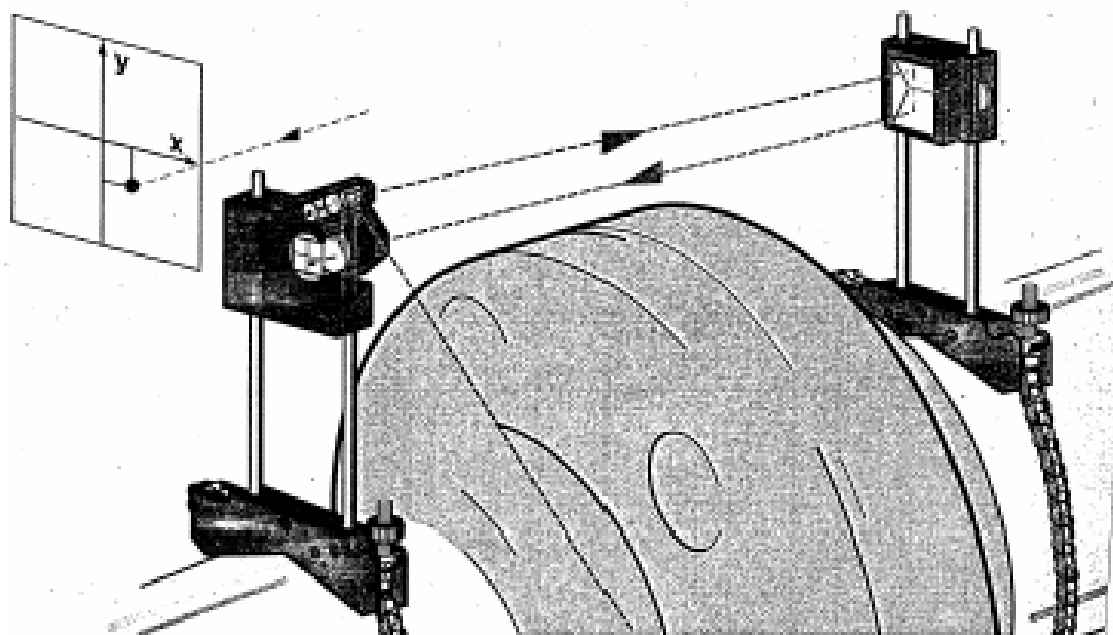
### نتیجه

۱- با توجه به اهمیت زیاد هم محور بودن دستگاه ها و ماشین الات در طول عمر و... انهایی که از دلایل جایگزین شدن سیستم های الاین لیزری بجای ساعت های اندازه گیر همین خطاهای ناشی از اندازه گیری انحرافات Sagment است.

۲- در حین انجام الاین توصیه می شود قبل از انجام Alignment میزان خیز ساعت های اندازه گیر طبق روش های متداول اندازه گیری شود و در مقادیر خوانده شده از روی ساعت های اندازه گیر ملحوظ گردد.

۳- جایگزین کردن سیستم های لیزری بجای ساعت اندازه گیر.

در شکل زیر شمائی از اصول کار سیستم های اندازه گیری لیزری نشان داده شده است.

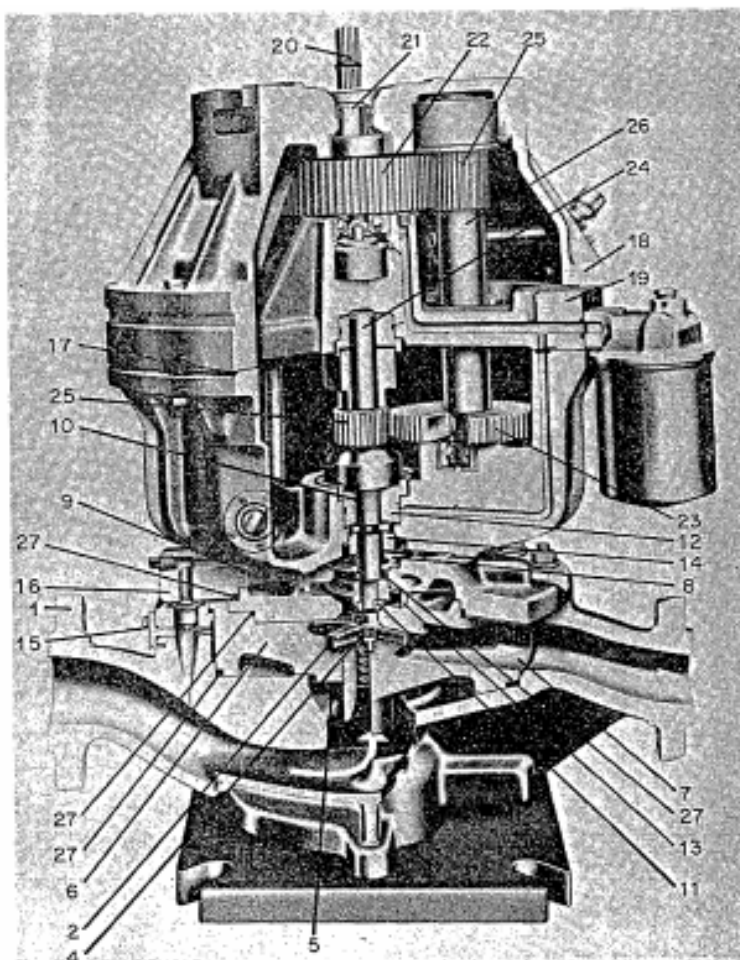


## جایگزینی پمپ های Sundstrand

تعداد تقریبی زیادی از پمپ های ساخت کارخانه فوق در پالایشگاه اصفهان وجود داشت که کارکردن آنها در دور بالای آنها باعث خرابی های زودرس قطعات و هزینه های گزاف تعمیراتی می شد.

### مشخصات

- ۱- پمپ نوع گریز از مرکز
- ۲- نوع پروانه نیمه باز Inducer
- ۳- دور پمپ بستگی به نوع آن تا ۲۵۰۰ دور در دقیقه
- ۴- دور الکتر موتور ۳۰۰۰ دور در دقیقه
- ۵- مجهز به گیربکس افزایش دور
- ۶- فشار ورودی صفر
- ۷- فشار خروجی ۶ بار
- ۸- دمای مایع پمپ شونده ۶۰ درجه سانتیگراد
- ۸- مایع پمپ شونده آب کندانس



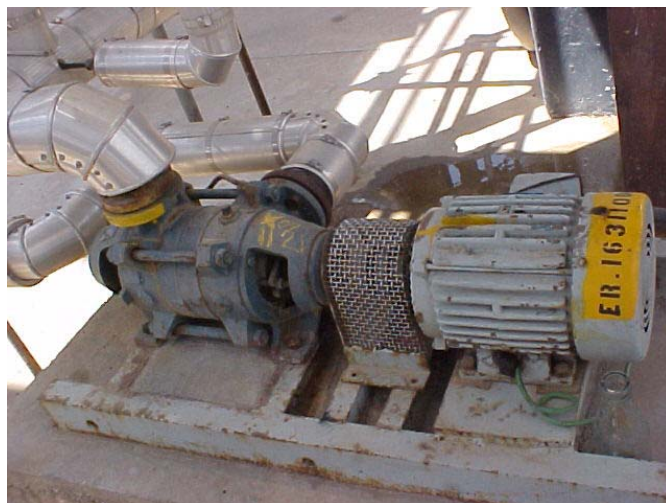
باتوجه به دوربالای این پمپ ها، که قطعات (چرخ دنده های داخلی بال برینگ ها مکانیکال سیل ها و.....) ظریف و بسیار حساسی در ساختمان آنها کار برده شده است و با عنایت به این که امکان تهیه و ساخت هیچ کدام از این قطعات در داخل فراهم نبود و علاوه بر قیمت بسیار بالای این قطعات به دلیل از سرویس خارج شدن خط تولید این پمپ ها امکان تامین و خرید آنها نیز میسر نبود باعث قیمت مضاعف قطعات شده بود.

توضیح این که طراحی این پمپ ها به عنوان پمپ سوخت رسانی هواپیماهای قدیمی بوده که به علت تولید نشدن این هواپیماها از سال ۱۹۵۰ به بعد و ادامه تولید این پمپ ها باعث گردیده بود به هر نحو ممکن به صنایع مختلف فروخته شوند تا باعث ورشکستگی آن شرکت نشود که باتوجه به مشابهت نزدیک شرایط عملیاتی پالایشگاه ها تعدادی از آنها نیز با تغییراتی که روی سیستم Driver آنها داده شده بود (نصب الکتروموتور) نصیب پالایشگاه اصفهان شده بود.

### حل مشکل

باتوجه به موارد فوق تصمیم به جایگزین نمودن این پمپ ها با پمپ های ساخت داخل گردید که با خرید پمپ گریز از مرکز سه مرحله ای بادور ۳۰۰۰ دور در دقیقه از منابع داخلی تهیه شد و قیمت نهائی آن معادل قیمت یک عدد بال برینگ برای پمپ قبلی بود.

لازم به ذکر است که برای یک شرایط عملیاتی معین امکان استفاده از پمپ های متعددی وجود دارد و عامل اصلی انتخاب و کاربرد یک پمپ قیمت اولیه، هزینه های تعمیر و نگهداری و مسائل اقتصادی آن است که باید بدان توجه خاص نمود و به اعتقاد این جانب پس از گذشت مدت زمان زیادی از ساخت پالایشگاه و در نظر گرفتن این نکته که فروش بعضی از پمپ ها حتی بصورت تحمیلی (مثل مورد فوق) بوده نیاز به یک تجدید نظر کلی در ارتباط با جایگزین کردن پمپ جدید (حتی ساخت کارخانجات داخلی) بجای خرید قطعات یدکی با قیمت های گزاف بخصوص در مواردی که حساسیت عملیاتی از نظر فشار دما و نوع مایع خیلی بحرانی نباشد لازم به نظرمی رسد.



## هواگیری نشدن Main Oil Pump

به دلیل بالاتر بودن محل نصب Main Oil Pump سیستم روغنکاری دستگاه ها، قبل از راه اندازی هر دستگاه ابتدا پمپ يدك در سرویس قرار داده می شود و پس از این که فشار روغن به حد مطلوب رسید امکان راه اندازی دستگاه فراهم می شود (در غیر این صورت سیستم های حفاظتی اجازه راه افتادن دستگاه را نمی دهند) و پس از این که دستگاه در سرویس قرار گرفت و دوران به حد نرمال رسید پمپ يدك باید بصورت اتوماتیک (سیستم های ابزار دقیق) از سرویس خارج شود و روانکاری با پمپ اصلی انجام شود.

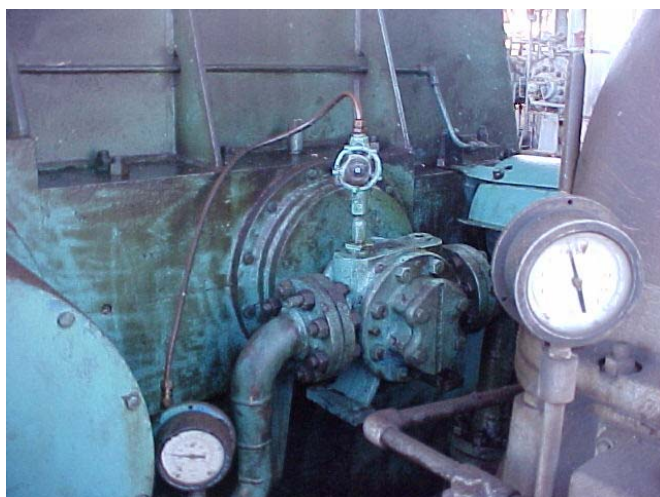
### مشکل

در بسیاری از موارد مشاهده شده است که به دلیل وجود هوا در مسیر لوله ورودی Main Oil Pump پمپ يدك از سرویس خارج نمی شود (به عبارت دیگر پمپ اصلی روغن به دلیل Suction Loose شدن یا هواگیری نشدن نمی تواند بکار بیفتد) که برای رفع مشکل مجدداً باید دستگاه از سرویس خارج شود تا مشکل رفع گردد که در مواقع اضطراری می تواند مشکل آفرین باشد.

### راه حل

در طی سال های گذشته این مشکل به دوروش حل شده است:

۱- گرفتن یک انشعاب ۱/۸ اینچ از قسمت لوله خروجی پمپ يدك که با نصب یک شیر سوزنی که در این مسیر نصب شده در زمانی که پمپ يدك در سرویس است باز کردن این ولوروغن وارد مسیر ورودی پمپ می شود و نهایتاً جایگزین هوای موجود در سیستم می شود و کار هواگیری انجام و مشکل حل می شود.



۲- با ایجاد یک سوراخ با قطر حدود ۲ میلی متر روی پلاگ چک (شیریک طرفه) پمپ اصلی روغن نیز به همان نتیجه رسیده می شود و باعث می گردد روغن پمپ شده توسط پمپ يدك از طریق این سوراخ وارد پمپ اصلی شود و باعث بیرون راندن هوا و هواگیری نمودن پمپ گردد.

## نوسانات شدید امپراکتروموتور پمپ P-506

مشکل الکتروموتور فوق نوسانات شدید امپراکتروموتور بود که امکان درسرویس بودن آن رانمی داد.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریزازمرکز Double Suction

۲- فشار ورودی 6Bar

۳- فشار خروجی 9Bar

۴- مایع پمپ شوونده LPG Recovery

۵- ظرفیت 80Lit/Sec

### اقدامات انجام شده

۱- دیسکاپل کردن الکتروموتور و راه اندازی و بررسی کردن امپرمصرفی

۲- بازدید از صافی ورودی پمپ

۳- چک کردن Running پمپ از لحاظ چرخیدن

۴- چک کردن جهت دور الکتروموتور

۵- ارسال پمپ به کارگاه جهت تعمیر و بررسی قسمت های داخلی

۶- تعویض الکتروموتور با الکتروموتور مشابه

۷- کاهش کلرنس قطعات و انجام کارهای تعمیراتی دیگر

۸- انتقال پمپ به واحد و نصب و راه اندازی آن

پس از طی کلیه موارد فوق باز مشکل کمافی السابق وجود داشت.

### علت

پس از بررسی های انجام شده ملاحظه گردید که وقتی ولو خروجی پمپ بسته است مشکلی وجود ندارد ولی باباز کردن بیشتر ولو خروجی مشکل نوسان امپرو سرو صدا کاهش شروع می شود. که علت اصلی آن ناشی از کافی نبودن فلوی مورد نیاز برای پمپ (کار کردن پمپ در حالت زیر Minimum Flow) به دلیل مسائل عملیاتی بود. باتوجه به نوع پروانه پمپ که از نوع Double DSuction است فلوی زیادی تولید می کند و در صورت کاهش مایع ساکشن لو خواهد شد. راه حل مشکل بصورت موقت این بود که باکم تر باز کردن ولو خروجی و باباز کردن کامل مسیر Warm Up Line پمپ یدک سیر کولیشن جریان ایجاد شود و مشکل حل شود.

## ترک خوردن بدنه پمپ ها

درچندسال گذشته چندین بارشاهدترک خوردن بدنه پمپ های درجه حرارت بالابوده ایم.

### علت

این مشکل بیشترروی پمپ های بادرجه حرارت بالابا کلاس 6-Sاتفاق افتاده است که مشکل بصورت مقطعی وباسنگ زدن وجوشکاری ترک های ایجادشده مشکل حل شده است. طی بررسی های انجام شده دلیل اصلی ان بالارفتن سختی سطح انهابود که حتی تاسه برابرمقداراولیه افزایش سختی پیدا کرده بودند و باتوجه به گذشت نزدیک ۲۵ سال ازشروع به کارپالایشگاه باعث نگرانی های زیادی شده بودوباعث گردیده بود که برای تعدادزیادی ازاین پمپ هاسفارش خرید بدنه وکاورنیز گذاشته شودزیرایکی ازدلائل مهم ترک برداشتن انهابالارفتن سختی است.

### راه حل

این مشکل بانجام عملیات حرارتی روی بدنه پمپ هاباقراردادن انها درداخل کوره وبالابردن درجه حرارت کوره تادمای معین وسپس کاهش دادن درجه حرارت بدنه طبق منحنی هاوروش های خاص انجام گردید که پس ازبازپخت سختی سطح درحدبسیارقابل قبولی کاهش پیدا کرد. سپس بابردن بدنه وکاورها ی پمپ روی دستگاه بورینگ ماشین سطوح موردنظرتراشکاری وصاف گردیدندوپس ازمونتاز قطعات پمپ دروضعیت خوبی به واحدمنتقل ودرسرویس قرارگرفتند. لازم به توضیح است که مشکل ترک خوردن این پمپ هاعلاوه برافزایش تدریجی سختی فلزمربوط به :

۱-تنش های حرارتی ایجادشده روی انها

۲- گرم کردن ناگهانی پمپ درحین راه اندازی

۳-پاشیدن اب به بدنه انهادرحین شستشوی واحدنیزمی باشد

که رعایت مواردفوق ازااهمیت زیادی برخورداراست.

## **پایین بودن طول عمر یاتاقان P-2641**

مشکل اصلی پمپ های فوق خرابی زودرس یاتاقان های پمپ بود که باعث ارسال مکررانه به کارگاه تعمیرات تلمبه می شد..

### **مشخصات پمپ**

۱- پمپ گریز از مرکز

۲- نوع Over Hang

۳- یاتاقان پمپ بال برینگ

۴- مایع پمپ شوونده اب

۵- سیستم اب بندی پکینگ

### **اقدامات انجام شده**

اقدامات انجام شده شامل ارسال این پمپ ها به کارگاه و تعمیر مکرر آن بود. طی بررسی های انجام شده مشخص شد که علت اصلی خرابی زودرس یاتاقان ها مربوط به تنش های زیاد ناشی از لوله کشی بود که فلنج های ورودی و خروجی آن با کشیدن لوله ها باچین پلاگ انجام می شد. Pipe Stress زیاد باعث تغییر شکل Distorsion بدنه (پیچیده شدن بدنه پمپ) و نهایتاً به هم خوردن وضعیت هم محوری بین کنس داخلی و خارجی بال برینگ ها و اعمال نیروهای پیچشی زیاد روی آنها و نهایتاً خرابی زودرس آنها می شود.

## **جام شدن پمپ اسید P-2204**

بارها مشاهده شده بود که پمپ فوق پس از مدتی که در سرویس قرار نمی گرفت جام می شود و در زمانی که باید در سرویس قرار می گرفت به دلیل جام بودن باعث ایجاد مشکل عملیاتی می شد که باید بازوبه کارگاه فرستاده می شد که باتوجه به گران بودن قطعات مکانیکال سیل و شکسته شدن آنها در حین بازوبسته کردن باعث افزایش بی رویه کارهای تعمیراتی و صرف هزینه های زیاد برای تامین قطعات آنها می شد.

### **اقدام اصلاحی**

پس از بررسی های انجام شده مشخص شد به دلیل خورنده بودن اسید مقادیر اسیدهای باقیمانده در داخل پمپ باعث ایجاد رسوبات و خوردگی قسمت های داخلی پمپ می گردد و این رسوبات و ذرات جامدین رینگ های فرسایشی و بوش ها نفوذ و رسوب می کنند و باعث جام شدن پمپ می شوند که این مشکل باتمیز کردن و شستشودادن پمپ بعد از استفاده از آن به راحتی مرتفع گردید.

## گرم کردن یاتاقان خارجی فن دمنده بویلر

گرمای یاتاقان خارجی فن یکی از دمنده هان نسبت به حد مجاز و در مقایسه با دیگر فن ها بالاتر بود.

### مشخصات

- ۱- نوع یاتاقان رولر برینگ Self Align.
- ۲- پروانه فن نوع بسته.
- ۳- طول رتور حدود ۳ متر.
- ۴- نوع کوپلینگ رابط بین گیربکس و فن از نوع دیافراگمی.
- ۵- روانکاری یاتاقان روغن.
- ۶- دور فن حدود ۴۰۰ دور در دقیقه

### اقدامات انجام شده

- ۱- چک کردن هم محوری بین گیربکس و فن.
  - ۲- لرزه نگاری از یاتاقان ها که در حد مجاز بود.
  - ۳- چک کردن کلرنس یاتاقان های دو طرف محور.
  - ۴- چک کردن روغن و سطح ان در هوزینگ برینگ.
- کلیه موارد فوق انجام شد ولی مشکل باقی بود.

### علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص شد که دلیل اصلی گرم کردن یاتاقان فن فوق تراز نبودن محور فن بوده است.

### اقدامات اصلاحی

- ۱- برداشتن کاور فن برای چک کردن فواصل پروانه ببدنه.
- لازم به توضیح است که دمپر های دریچه ورودی هوا به فن که ورود هوا به فن را کم و زیاد می کند روی بدنه ثابت فن نصب است و فاصله شعاعی ان با قطر داخلی چشمه پروانه اندک و محدود است و در صورتی که با شیمز گذاشتن زیر برینگ طرف خارجی فن عملیات تراز کردن محور بخواند انجام شود می تواند باعث تماس قطعات ثابت و متحرک و ..... گردد.
- ۲- با قرار دادن ۶ میلیمتر شیمز زیر هوزینگ برینگ یاتاقان طرف خارجی محور تراز گردید و با گشاد کردن سوراخ های محل اتصال مجموعه دمپر به بدنه فاصله ان با پروانه تنظیم گردید.
  - ۳- هم محور کردن فن نسبت به گیربکس.



لازم به توضیح است که علت گرم کردن برینگ طرف خارجی ناشی از اعمال مولفه محوری نیروی وزن رتور به دلیل سنگین بودن رتور و طولیل بودن آن و همچنین ناهم محوری بین گیربکس و فن بوده که با انجام اقدامات فوق مشکل مرتفع گردید.

### توضیح

۱- باتوجه به کم بودن دور رتور و سنگینی رتور قوائدتا این مسائل نمی تواند ایجاد لرزش زیاد نماید و به همین دلیل روی منحنی های FFT نیز چیزی مشاهده نمی شود به عبارت دیگر در این گونه موارد مسائل ناهم محوری با دستگاه های آنالیز ارتعاشات قابل تشخیص نیست.

۲- باتوجه به این که انحرافات ناشی از ناهم محوری در یک فاصله کم (فاصله بین کوپلینگ ها) اندازه گیری می شود و به دلیل طولیل بودن رتور حتی انحرافات ناچیز روی ساعت اندازه گیری می تواند مبین انحراف زیاد قسمت انتهائی محور گردد.

۳- باتوجه به پایین بودن دور فن اغلب نفرات تعمیرات نسبت به هم محور نمودن دستگاه های دور پایین کم اهمیت هستند.

۴- مهمترین مسئله درهم محور کردن دستگاه هائی که دارای رتور طولیل هستند تراز کردن ( و سپس هم محور کردن است.

## **گرم کردن یاتاقان های BL-1001**

مشکل بلورفوق بالا بودن دمای یاتاقان های ان بود که باعث ایجاد نگرانی عملیات واحد فوق بخصوص درفصول گرم شده بود.

### **علت**

طی بررسی هایی که روی بلورانجام شده بود. علت اصلی ان کم بودن کارائی کولر فوق بود که باعث گردیده بود دباریختن اب روی پوسته کولر دمای روغن پایین نگه داشته شود.

### **اقدام اصلاحی**

بانصب یک عدد کولر بزرگتر (که مربوط به پمپ های P-101 بود) مشکل بطور کلی مرتفع شد.

## **بالارفتن فشار روغن گیر باکس مکنده**

در حین کار فن های برج های کولینگ بارها مشاهده است که فشار روغن سیستم روغنکاری چرخ دنده ها و یاتاقان های داخلی گیر باکس به تدریج افزایش پیدامی کند و حتی بعضی وقت ها تا چندین پوند بیشتر از مقدار اولیه بالاتر می رود.

### **علت**

طی بررسی های انجام شده مشخص شده است که بالارفتن فشار روغن در این شرایط مبین گرفتگی مسیر های روغن است که در این مورد بخصوص به دلیل وارد شدن ذرات جامد به اریفیس نصب شده در مسیر روغن ورودی بایاتاقان ها است که باعث افزایش فشار روغن می شود. (لازم به توضیح است که در مسیر روغن ورودی به یاتاقان های این گیر باکس ها فیلتر روغن نصب نشده و احتمال ورود ذرات خارجی همراه با روغن وجود دارد).

لازم به توضیح است که برخلاف تصورات واقعی که بالا بودن فشار روغن مطلوب به نظر می رسد ولی بعضی اوقات نیز دقیقاً برعکس است زیرا بالارفتن فشار روغن (به دلیل مسدود شدن اریفیس ها) نیز می تواند باعث نرسیدن روغن و خرابی زودرس یاتاقان ها گردد و بطور کلی هر گونه تغییرات در فشار روغن باید مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرد و علت ان شناسائی و رفع گردد.

## کاهش تدریجی فشارروغن روانکاری C-1103

فشارروغن Lube Oil کمپرسور فوق درحین Run به تدریج پایین می امد تا به حدالارم وتریپ برسد این وضعیت درحالت باروبدون بار اتفاق می افتاد.

### مشخصات کمپرسور

- ۱- کمپرسور دیافراگمی یک مرحله ای
- ۲- مورد استفاده این کمپرسور برای کپسول پرکنی
- ۳- سیستم گرداننده الکتروموتور
- ۴- شامل دو سیستم روانکاری اصلی و کمکی

### اقدامات انجام شده

- ۱- بررسی کلیه مسیرهای لوله کشی از نظر نشتی (بامالیدن گریس به انها).
- ۲- تعمیر Main Oil Pump.
- ۳- تعویض Main Oil Pump.
- ۴- بررسی سطح روغن .
- ۵- تعویض صافی ورودی روغن.
- ۶- بررسی مقدار Release شدن روغن از قسمت های مختلف (یاتاقان ها، کراس هدو.....).
- ۷- بررسی لوله های ورودی برای اطمینان از عدم ورود هوا بطرف پمپ.
- ۸- بررسی هانشان می داد که تازمانی که پمپ یدک در سرویس است افت فشار روغن وجود ندارد.

### علت

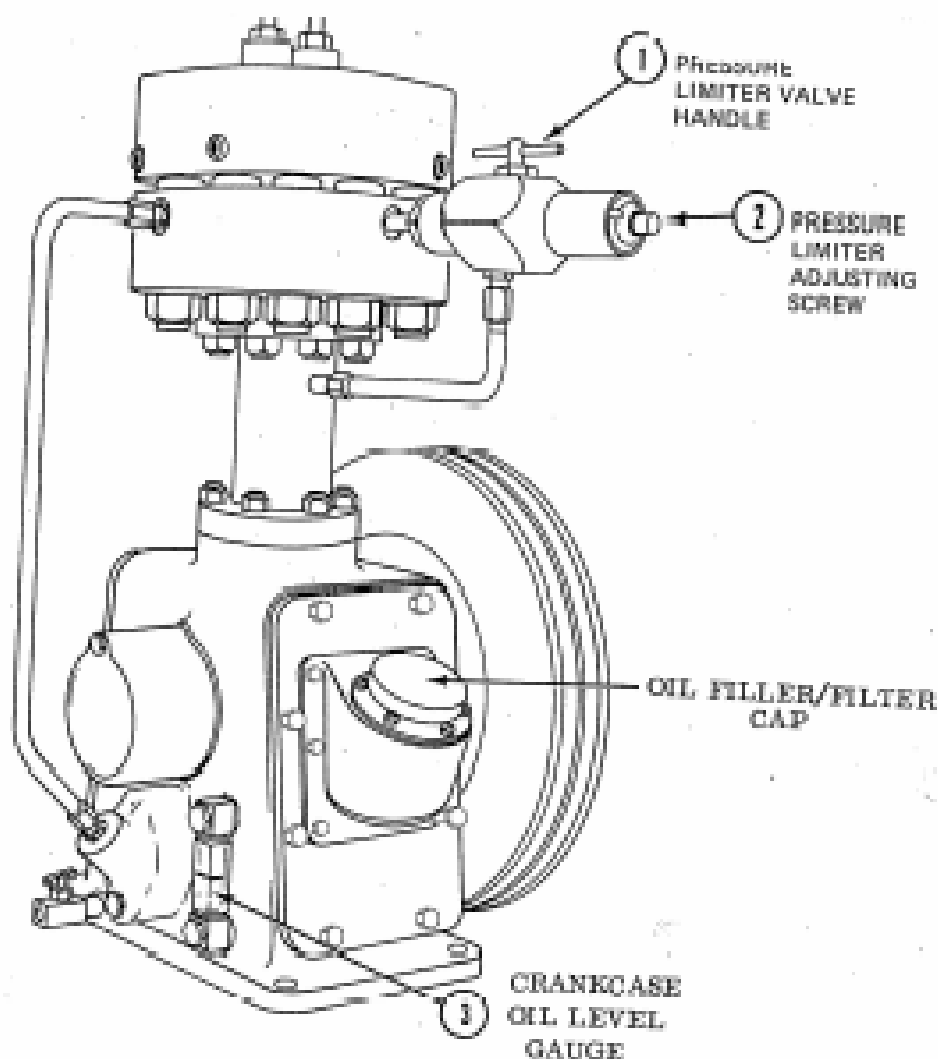
طی بررسی های انجام شده مشخص شد که مشکل اصلی مربوط به خرابی مکانیکال سیل پمپ یدک روغن بود که باتعمیران مشکل مرتفع گردید.

توضیح این که به دلیل بالاتر بودن پمپ اصلی نسبت به پمپ یدکی و همچنین پایین تر بودن سطح روغن نسبت به محل قرارگیری پمپ اصلی، درحین کار کمپرسور فشار ورودی پمپ اصلی کمتر از فشار جومی شود و به دلیل خرابی مکانیکال سیل پمپ یدک وقتی پمپ اصلی در سرویس قرار می گرفت به تدریج از زیر مکانیکال سیل پمپ یدک هوا وارد قسمت لوله ورودی پمپ اصلی می شد و منجر به Suction Loose شدن پمپ و نهایت کاهش فشار روغن و عدم کارائی پمپ می شد.

### افتادن فشار روغن کمپرسور C-1103 در حین کار

پس از در سرویس قرار گرفتن کمپرسور و قرار گرفتن بار روی آن فشار روغن به تدریج کاهش پیدامی کرد تا به حد الارم و Shut Down می رسید.

لازم به توضیح است که قسمت های روغنکاری شونده این کمپرسور شامل یاتاقان های ثابت و متحرک کراس هدوپین کراس هداست.

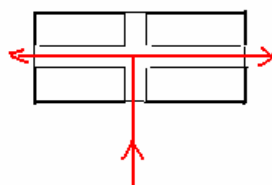


### اقدامات انجام شده

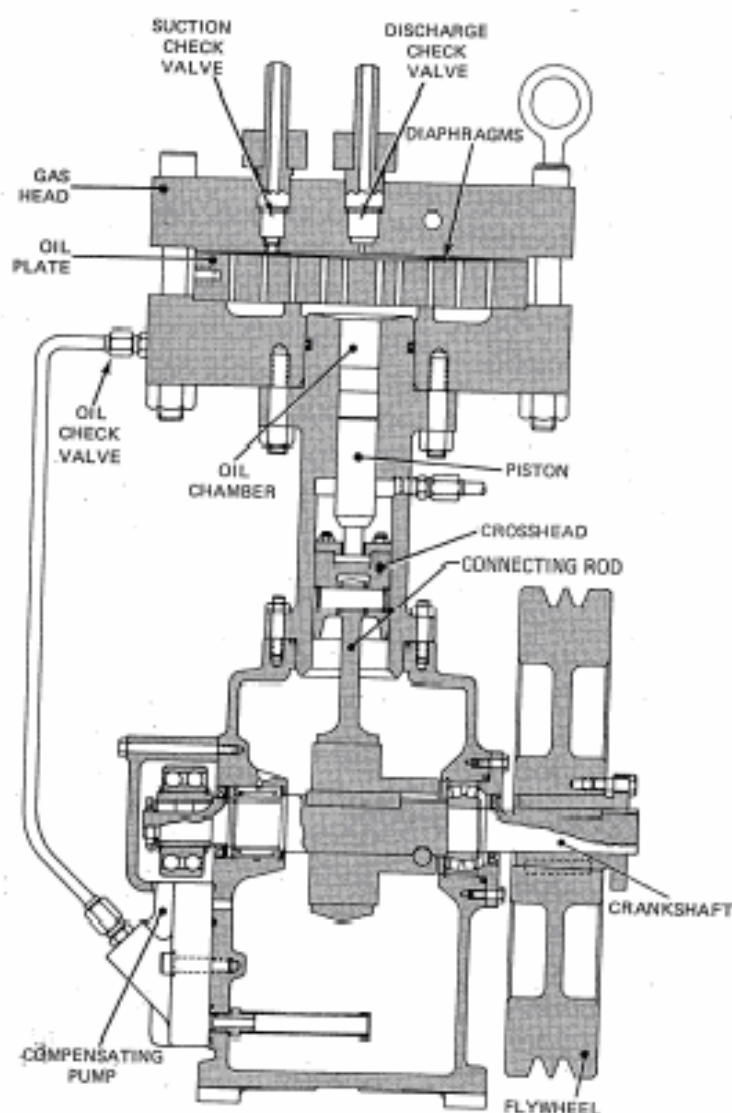
- ۱- تعویض پمپ روغن.
  - ۲- چک کردن کلیه قسمت های سیستم های لوله کشی از لحاظ نشتی.
  - ۳- استفاده از روغن با ویسکوزیته بالاتر (حتی ریختن واسگازین در داخل محفظه روغن).
  - ۴- سرد کردن بیشتر روغن.
- با انجام کلیه موارد فوق که بیش از چند ماه بطول انجامید باز مشکل سر جای خود باقی بود.

## علت

طی بررسی های انجام شده مشخص شد که علت اصلی افتادن فشارروغن به دلیل نصب اشتباه پین کراس هد بوده است (90درجه چرخیده بود) به همین دلیل روغن ورودی ازوسط کانال دسته شاتون مستقیماً وارد کانال پین کراس هد می شود و به راحتی ازسوراخ محوری پین خارج می شود و ازادشدن راه مسیرروغن باعث افتادن فشارمی گردید..



همینطور که در شکل فوق ملاحظه می شود این پین دارای دو عدد سوراخ عمود بر هم است که با چرخاندن پین به اندازه 90 درجه مشکل بطور کامل مرتفع شد.



## تریپ کردن غیرمنتظره توربین کمپرسور CT-251

توربین کمپرسور فوق درحین کار، در اثر عمل نمودن سیستم Over Speed از سرویس خارج می شود که از سرویس خارج شدن آن چندین مرتبه و بصورت غیرمنتظره بود و در هر ساعتی از شبانه روز اتفاق می افتاد.

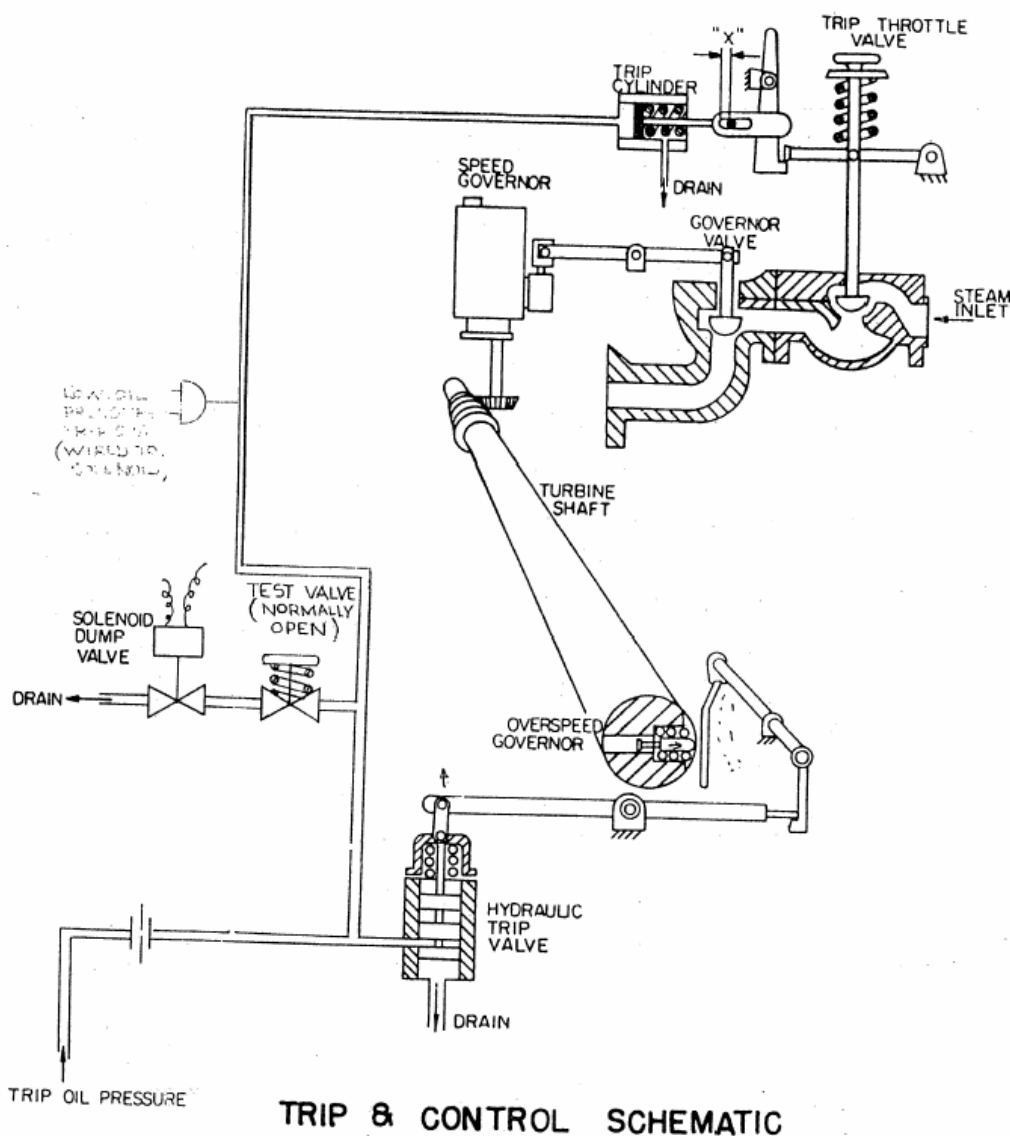
### مشخصات توربین

۱- گرداننده کمپرسور 251 واحد تبدیل کاتالیستی

۲- دور کاری توربین 8600 دور در دقیقه

۳- دور Over Speed حدود 11000 دور در دقیقه

۴- سیستم تریپینگ هیدرومکانیکی



## اقدامات انجام شده

- ۱- دیسکاپل کردن توربین وچک کردن دور Over Speed برای چندین بار.
  - ۲- اندازه گیری ارتعاشات توربین که در تمامی شرایط لرزش در حد مجاز بود.
  - ۳- چک کردن گاورنر توربین.
  - ۴- زیاد کردن درگیری سیستم تریپ سیلندر بازائده نگه دارنده ان.
  - ۵- دمونتاز و بررسی سیستم تریپ سیلندر (از نظر نشتی داخلی رینگ ها).
  - ۶- تعویض سیستم گاورنر اضطراری (سیستم جرم و فنری که روی محور نصب می شود).
  - ۷- تعویض سلونوئید ولو روغن.
  - ۸- باز کردن و بررسی کامل تریپ سیلندر.
- که با انجام کلیه این اقدامات مشکل کمافی السابق ادامه داشت و باعث گردیده بود که با قفل کردن سیستم تریپینگ از تریپ کردن توربین جلوگیری شود.

## علت

طی بررسی هایی که در طی بیش از یک ماه انجام شد مشخص شد که علت اصلی تریپ کردن توربین به دلیل پاشش زیاد روغن روی اهرم محرک سیستم Over Speed بوده است (روغن تزریقی روی چرخ دنده Worm Gear محرک سیستم گاورنر که در عقب توربین و در انتهای محور نصب شده بود) که دلیل ان نیز زیاد شدن قطار یفیزی بود که در این مسیر قرار گرفته بود (واحد انحراف ان) که باعث پاشش روغن به Latch سیستم Over Speed و تحریک کردن ان و منتقل شدن حرکت ان به تریپ سیلندر هیدرولیکی و از سرویس خارج نمودن توربین می گردید.

## اقدام اصلاحی

مشکل فوق که بیش از چند ماه ادامه داشت با تعویض نازل پاشنده روغن با نازل با قطر کمتر و زاویه مناسب بطور کامل حل شد.

## لرزش کمپرسور C-251

پس از تعمیر کمپرسور فوق در زمان تعمیرات اساسی واحد تبدیل کاتالیستی و راه اندازی واحد به دلیل لرزش زیادی که روی مونیتور نیز نشان داده می شد کمپرسور فوق از سرویس خارج شد.

### اقدامات انجام شده

۱- از توربین و کمپرسور لرزه نگاری شد که میزان لرزش کمپرسور بالاتر از حد مجاز بود و نسبت به قبل از تعمیرات اساسی نیز افزایش پیدا کرده بود (فرکانس ارتعاشات روی فرکانس برابر دور بود که نشان از نابالانسی رتور بود).

۲- در تعمیرات اساسی کمپرسور فوق رتور و بندل تعویض شده بود.

۳- رتور نیز روی دستگاه بالانس چک شده بود و نسبت به بالانس بودن آن شکی نبود.

۴- کلرنس برینگ ها اندازه گیری شده بود که در حد مجاز بودند.

۵- هم محوری بین توربین و کمپرسور انجام شده بود و در حد قابل بود.

۶- شرایط عملیاتی عادی بود.

### اقدامات انجام شده

۱- باتوجه به فرکانس برابر دور ارتعاشات ابتدا کلرنس کلیه برینگ ها چک گردید که همگی در حد مجاز بودند.

۲- باتوجه به سالم بودن وضعیت برینگ ها نسبت به رتور شک شد (نابالانسی و خمیدگی).

۳- کلیه قسمت ها باز شدند و رتور و بندل از داخل کمپرسور بیرون آورده شد.

۴- رتور روی V-Block قرار داده شد و اوتی قسمت های مختلف آن با ساعت اندازه گیر چک شد که مشکلی مشاهده نشد.

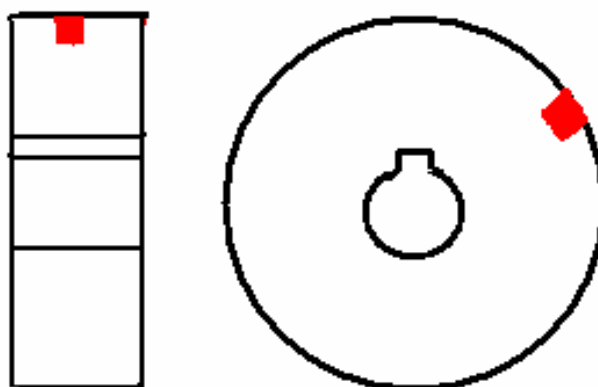
۵- رتور روی دستگاه بالانس برده شد و بالانس آن چک گردید که مشکلی مشاهده نشد.

۶- رتور در داخل بندل قرار گرفت و مجدداً روی کمپرسور نصب گردید و کلیه قطعات باز شده مجدداً نصب شدند و کمپرسور راه اندازی و در سرویس قرار گرفت که باز به دلیل لرزش بالا امکان ادامه کار آن میسر نبود.

## علت

عکس بودن جهت تراست دیسک روی محور

طی بررسی های انجام شده مشخص شد که به دلیل اشتباه وعدم دقت درحین انجام بالانس رتور کمپرسور Thrust Disc کمپرسور به عنوان صفحه بالانس (محل کم وزیاد کردن جرم) انتخاب شده و باتوجه به این که هنگام نصب تراست برینگ ها Thrust Disc که توسط یک مهره بزرگ روی محور قرار می گیرد باید از روی محور بیرون آورده شود درحین قرار دادن آن روی محور از طرف مخالف آن (طرف قبل از بالانس) روی محور قرار گرفته بود و همین امر باعث می گردید باتوجه به بالابودن دور کمپرسور وضعیت بالانس رتور به هم بخورد و ایجاد لرزش بالانماید.



همینطور که در شکل فوق ملاحظه می شود اگر قسمتی که از روی آن جرم برداشته شده در زاویه ۴۵ درجه ای (ساعت ۱/۵) سمت راست جای کلید (خار) باشد با سروته شدن\_عکس شدن) جهت تراست دیسک روی محور این قسمت ۹۰ درجه چرخیده می شود (در جهت عکس عقربه های ساعت) و به سمت چپ (ساعت ۱۰/۵) منتقل می شود به عبارت دیگر جای وزنه بالانس روی اسمبل جابجایی شود و باعث ایجاد نابالانسی رتور می شود.

نکته مهم این که:

۱- قطعاتی که قرار است باز شوند حتما باید قبل از باز شدن مارک شوند و در هنگام نصب نیز طبق حالت اولیه بسته شوند.

۲- به هیچ وجه نباید از تراست دیسک به عنوان صفحه بالانس استفاده شود.

## لرزش توربین CT-251

پس از تعمیرات اساسی کمپرسور توربین فوق ملاحظه گردید که لرزش توربین کمی بیشتر از حد مجاز است که به دلیل خطرناک نبودن آن برای سلامت توربین تصمیم به ادامه کاران تا تعمیرات اساسی بعدی گرفته شد.

### علت

به دلیل بالانرفتن دور توربین و کمپرسور فوق (قبل از تعمیرات اساسی) برای رفع مشکل آن در آینده اقدام به کم کردن فاصله نازل و رتور گرفته شده بود (این فاصله روی حالت مینیمی که توسط کارخانه سازنده بود تنظیم شده بود) که این کار باعث افزایش دور توربین گردید. لازم به توضیح است که کم کردن فاصله نازل روی توربین های بخار می تواند باعث کاهش تلفات هیدرولیکی بخار و نهایتاً باعث بالانرفتن دور توربین شود که علاوه بر این که می تواند باعث افزایش ضریب خطر برای توربین شود می تواند باعث لرزش توربین نیز بشود.

### اقدام اصلاحی

در تعمیرات اساسی بعدی کمپرسور باز یادتر کردن فاصله نازل مرتفع گردید. لازم به توضیح است که علت اصلی بالانرفتن دور توربین در قبل به دلیل کثیف بودن رتور (رسوبات) و نازل ها به دلیل اتفاق کری اوربویلر های تولید کننده بخار به دلیل استفاده از Antifoam های نامناسب بود که روی توربین های دیگر نیز مشاهده شده بود.

## لرزش توربین CT-602

پس از تعمیرات اساسی یکی از کمپرسور های فوق در حین راه اندازی واحد ملاحظه گردید که لرزش توربین و کمپرسور بیشتر از حد مجاز است بطوری که الارم های High Vibration توربین و کمپرسور فعال شده بود.

### علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص شد که لرزش زیاد توربین و کمپرسور به دلیل کار کردن کمپرسور روی دور بحرانی Critical Speed بوده است.

### اقدام اصلاحی

تغییر دادن دور توربین و خارج کردن آن از دور بحرانی.

## چال بندی رتور کمپرسور C-602

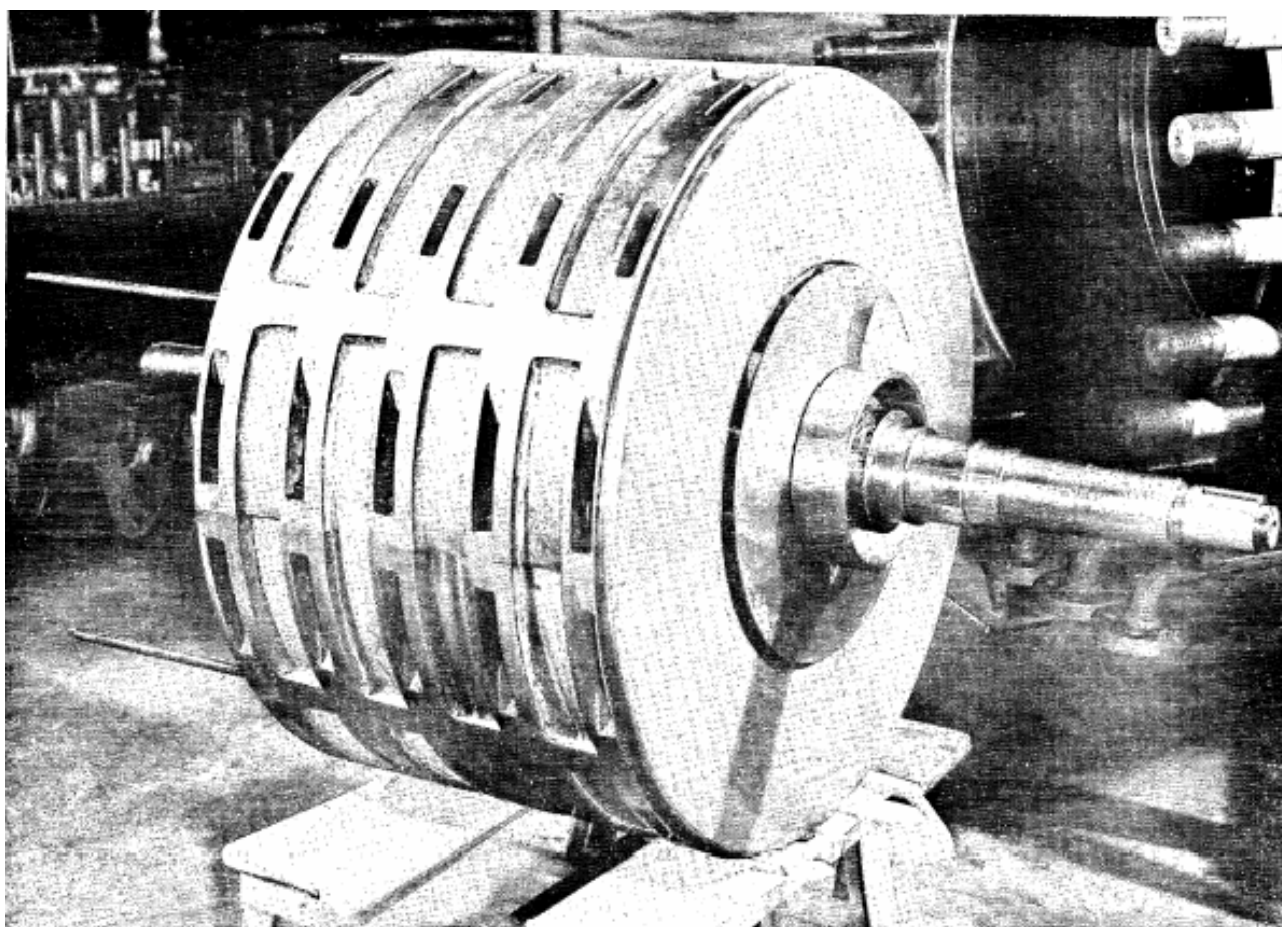
پس از بیرون آوردن بندل و رتور کمپرسور فوق و تمیز کاری آن هنگام نصب رتور و بندل جدید (از قبل آماده شده) و جازدن آن در داخل Barrel در حین انجام چال بندی رتور (در وسط قرار دادن رتور داخل بندل زیرا رتور در داخل بندل حدود ۶ میلی متر می تواند حرکت محوری داشته باشد که با انجام کار چال بندی با کم و زیاد کردن ضخامت تراست و اشر رتور طوری قرار می گیرد که از هر طرف ۳ میلی متر فاصله محوری داشته باشد) در یک مورد مشاهده شد که رتور در داخل بندل حرکت محوری ندارد.

### اقدامات انجام شده

۱- بالا آوردن رتور و Center کردن آن با بندل.

۲- اطمینان از عدم تماس رتور با لایرینت ها.

که این کار طی چندین مرحله انجام شد ولی مشکل حل نشد.



## علت

مشکل اصلی مربوط به مطابقت نداشتن رتور و بندل بود.

لازم به توضیح است که باتوجه به موجود بودن دودستگاه کمپرسور مشابه در پالایشگاه و به دلیل طولانی بودن زمان تعمیر رتور (ترمیم جای سیل ها و لاییرینت ها) نیاز به آماده نمودن رتور و بندل می باشد که باتوجه به شرایط جنگی اقدام به خرید و عدد بندل کامل گردیده بود که در حین کار رتورها اشتباها در بندل خود قرار نگرفته بودند و باعث ایجاد این مشکل گردیده بود.

لازم به ذکر است که باتوجه به مشابهت دقیق رتورها با هم ولی اندازه های آنها دقیقاً با هم یکسان نمی باشند و قبل از نصب رتور در داخل بندل حتماً باید به حرکت محوری رتور در داخل بندل توجه شود زیرا جازدن و بیرون آوردن (دوباره کاری) این بندل ها در داخل Bareel کمپرسور کار دقیق و خیلی مشکلی است و نیاز به زمان تقریباً طولانی دارد.

## کم بودن ظرفیت کمپرسور C-601

مشکل کمپرسورهای فوق کم بودن فلوی آنها نسبت به فلوی درج شده در Data Sheet آنها بود.

### مشخصات کمپرسور

- ۱- رفت و برگشتی پیستونی سه مرحله ای.
  - ۲- برای تزریق گاز هیدروژن به راکتورهای ایزوماکس.
  - ۳- فشار خروجی 3000 پوند بر اینچ مربع.
  - ۴- ظرفیت نامی طراحی 19 میلیون فوت مکعب استاندارد در 24 ساعت.
  - ۵- ظرفیت موجود 17 میلیون فوت مکعب استاندارد در 24 ساعت.
  - ۶- سیستم محرک توربین بخار.
  - ۷- دور کمپرسور 320 دور در دقیقه.
  - ۸- سیستم تغییر Load پاکت ولوروی سرسیلندرها.
- لازم به توضیح است که ظرفیت طراحی این کمپرسورها طبق Data Sheet آنها 19.6 MSCF است در صورتی که ظرفیت فعلی آنها حدود ده درصد کمتر از مقدار فوق است.

### اقدامات انجام شده

- ۱- بررسی کلرنس های کلیه قسمت های کمپرسورها.
  - ۲- تنظیم کلرنس های سروته سیلندرها طبق توصیه کارخانه سازنده.
  - ۳- بستن تقریباً تمامی Spilback های بین مرحله ای.
  - ۴- نو کردن تمامی ولوهای ورودی و خروجی.
  - ۵- تغییر دادن نوع ولوها از فلزی به غیر فلزی.
  - ۶- نو کردن تمامی پیستون رینگ ها.
- که انجام موارد فوق تاثیر ان چنانی در افزایش ظرفیت نداشت.

### علت

مشکل اصلی این کمپرسورها به دلیل بالا بودن کلرنس های بین پیستون و سرسیلندر مرحله اول و سوم بود.

لازم به توضیح است که زیاد بودن کلرنس های سیلندر:

- ۱- باعث تاخیر زمانی در باز شدن ولوهای ورودی می شود (زیرا هرچه گاز فشرده شده بیشتری در داخل سیلندر باقی بماند پیستون باید بیشتر به سمت عقب حرکت کند تا فشار داخل سیلندر کم شود و ولوهای ورودی باز شوند) که هرچه ولوهای ورودی یک کمپرسور دیرتر باز شوند

مقدار گاز ورودی به کمپرسور نیز کاهش پیدامی کند و باعث کاهش ظرفیت یافلوی کمپرسور می شود.

۲- باعث باقی ماندن گاز در داخل سیلندر و عدم تخلیه کامل گاز در داخل سیلندر می شود (هرچه گاز داخل کمپرسور بیشتر تخلیه شود ظرفیت کمپرسور بیشتر می شود).

۳- گاز گرم فشرده شده در داخل سیلندر با گاز خنک ورودی به کمپرسور مخلوط می شود و هرچه گاز باقی مانده در سیلندر بیشتر باشد باعث بالا رفتن دمای گاز مخلوط (گازی که قرار است فشرده شود) می شود و بالتبع باعث بالاتر رفتن دمای گاز خروجی می شود.

۴- کم شدن کلرنس های مرحله سوم باعث بالا تر رفتن ظرفیت آن مرحله می شود و به دنبال آن مقدار گاز بیشتری را از مرحله دوم می کشد و باعث کم شدن فشار مرحله دوم می شود و نتیجه آن کم شدن درجه حرارت گاز خروجی از مرحله دوم خواهد شد.

### اقدامات اصلاحی

کم کردن کلرنس های سرپیستون با قسمت سر سیلندر، سیلندرهای مرحله اول و سوم برای حذف فضای مرده آنها.

کم کردن کلرنس های مرحله اول و سوم به روش زیر انجام شد:

۱- برداشتن واشرهای فلزی با ضخامت یک سانتیمتر بین سر سیلندر و سیلندر مراحل اول باعث کاهش کلرنس و افزایش ظرفیت مرحله اول گردید.

۲- نصب رینگ به ضخامت یک اینچ روی سر سیلندر (طرف مقابل پیستون) مرحله سوم باعث کاهش کلرنس مرحله سوم گردید.

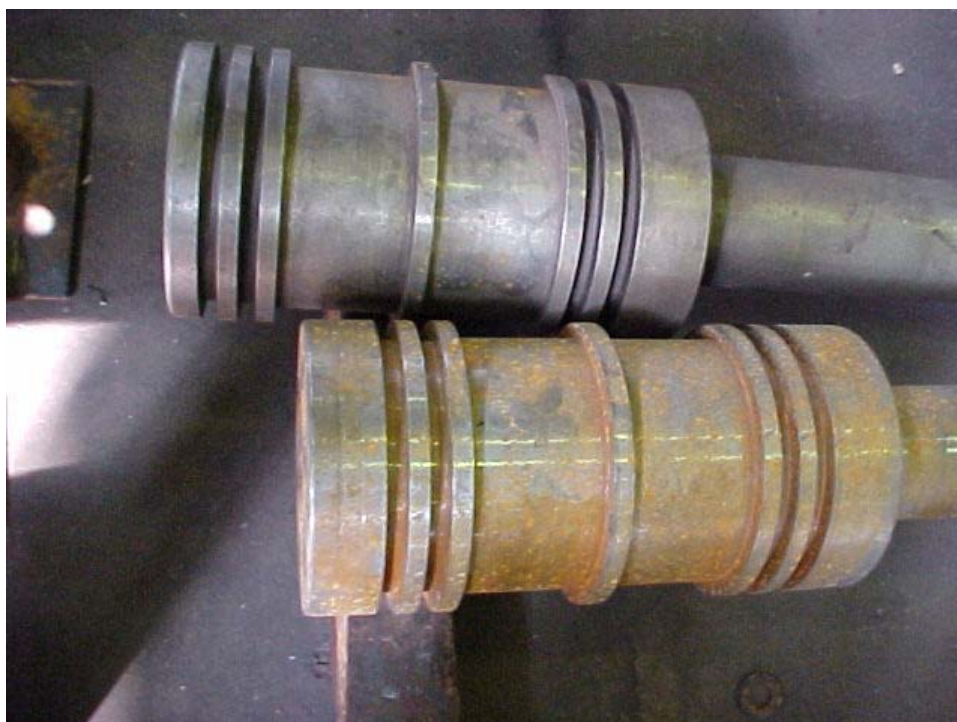
که با انجام این اقدامات علاوه بر افزایش ظرفیت فشار و درجه حرارت مرحله دوم نیز تقلیل پیدا کرد. کلرنس های قسمت ته و سر سیلندر مراحل مختلف طبق منوال کارخانه سازنده کمپرسور به شرح زیر است:

PISTON-TO-HEAD END CLEARANCES

| CYLINDER SIZE | FRAME END CLEARANCE | OUTER END CLEARANCE |
|---------------|---------------------|---------------------|
| 12-1/2"       | 1/8"                | 17/32" ± 1/16"      |
| 11-1/2"       | 1/16"               | 1/16"               |
| 7-3/4"        | 1/16"               | 1-5/16"             |

لازم به توضیح است که برای کم کردن کلرنس در سیلندر مرحله سوم بجای اضافه کردن صفحه فولادی روی سر سیلندر می توان با اضافه کردن طول پیستون از طرف سر پیستون، کلرنس سر پیستون را کاهش داد و ظرفیت کمپرسور را افزایش داد.

همینطور که در شکل مشاهده می شود پیستون حالت تقارن کامل ندارد و طراحی اولیه کمپرسور برای رسیدن به فلوی مطلوب با تراشکاری روی سر پیستون (و نامتقارن کردن آن) با زیاد نمودن کلرنس پیستون و سر سیلندر مشکل کم کردن ظرفیت حل شده است.



لازم به توضیح است که برخلاف کمپرسورهای گریز از مرکز که با باز بسته کردن ولو مسیر ورودی کمپرسور امکان تغییر دادن فلوی آنها به راحتی انجام می شود تغییر فلوروی کمپرسورهای رفت و برگشتی به این راحتی فراهم نیست زیرا باز بسته کردن ولوهای مسیر گاز ورودی و خروجی می تواند منجر به بالا رفتن یا پایین آمدن فشار گاز در خروجی یا ورودی و نهایتاً گرم تر شدن گاز و افزایش توان مصرفی توسط کمپرسور شود که امری است منسوخ.

روش های کنترل کردن فلوی کمپرسورهای رفت و برگشتی شامل:

۱- کم وزیاد کردن دور توربین است که با توجه به این که راندمان توربین های بخار در یک محدوده دور در حد ماکزیمم است و کار کردن توربین در دورهای دیگر باعث کاهش راندمان و افزایش مصرف بخار می شود.

۲- Unload کردن ولوهای ورودی که می تواند باعث تغییر ظرفیت پنجاه درصدی کمپرسور شود.

۳- استفاده از Pocket Valve روی قسمت سر سیلندر که بازمی تواند منجر به تغییر ۲۵ درصدی ظرفیت کمپرسور شود.

بدین لحاظ افزایش ظرفیت های جزئی مورد نیاز برای کمپرسورهای رفت و برگشتی را با کم و زیاد کردن کلرنس های طرفین سیلندر بدست می آورند.

لازم به توضیح است که کاهش کلرنس سیلندر و پیستون (مرحله سوم) باعث هیچگونه افزایش فشاری نمی شود (زیرا فشار خروجی کمپرسورها تابع فشار هدر خروجی و فشار واحد می باشد)

ضمناً در انتخاب اولیه کمپرسور برای یک واحد همیشه یک کمپرسور با ظرفیت بالاتر انتخاب می شود و برای تغییر دادن جزئی فلو منهای Unload کردن Suction Valve ها و Clearance Pocket که باعث تغییر ظرفیت ۵۰ و ۲۵ درصدی کمپرسور می شود با تغییر دادن کلرنس های سرونه سیلندر ظرفیت کمپرسور به حد مطلوب (کمتر از حد ماکزیمم) رسانده می شود.

### بریدن کوپلینگ پمپ روغن کمپرسور C-601

بریدن کوپلینگ رابط پمپ اصلی Main Oil Pump که توسط محور گیربکس به چرخش درمی آید باعث از کار افتادن کمپرسور می گردد که پس از باز نمودن آن ذوب شدن یک طرف کوپلینگ لاستیکی مشاهده می شده که این مشکل برای چندین بار اتفاق افتاد.

کوپلینگ های این پمپ از دو عدد مغزی چدنی نوع کشوئی هزارخاری است که توسط یک Spacer تفلونی که قسمت داخلی آن بصورت کشوئی هزارخاری است باهم مرتبط می شوند.



### اقدامات انجام شده

۱- تعویض کوپلینگ لاستیکی در چند مرحله.

۲- بیشتر کردن فاصله بین کوپلینگ ها.

۳- تعویض کوپلینگ های فلزی با کوپلینگ های هم اندازه قبلی آنها.

۴- ارسال پمپ به کارگاه وچک کردن کلیه قطعات داخلی وکلرنس های آن.

۵- چک کردن Running پمپ .

با انجام اقدامات فوق مشکل بطور کامل مرتفع نمی شد و پس از چند ساعت تا چند روز پس از تعویض Spacer لاستیکی دوباره مشکل تکرار می شد.

## علت

پس از اقدامات قبلی و بررسی های انجام شده مشخص شد که مشکل اصلی به دلیل نامناسب بودن Spacer لاستیکی رابط بین دو کوپلینگ بود که از طریق منابع داخلی تهیه شده بود که قادر به انتقال قدرت به پمپ نبود.

## اقدام اصلاحی

نهایتاً این مشکل با استفاده کردن از کوپلینگ های فلزی که طول هزارخاری کشوئی آنها بیشتر بود مرتفع شد که این اقدام باعث درگیری و تماس بیشتر کوپلینگ و Spacer و افزایش سطح درگیری و تقسیم قدرت روی سطح بیشتر و کاهش تنش روی دنده های کوپلینگ شد و مشکل بطور کامل مرتفع گردید.



## لرزش و سروصدای کمپرسور C-603

درحین کارعادی کمپرسور فوق به تدریج لرزش و سروصدای کمپرسور افزایش پیدامی کرد.

### اقدامات انجام شده

۱-ازسرویس خارج کردن کمپرسور

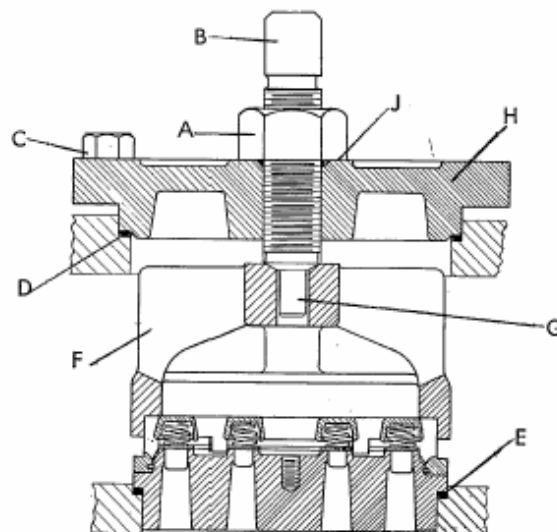
۲-چک کردن لاک نت دسته پیستون

### علت

شل شدن جک بولت روی کاور Suction Valve ها و حرکت کردن ولو در محل قرارگیری در سیلندر به دلیل لرزش های ذاتی کمپرسورهای رفت و برگشتی احتمال شل شدن پیچ ها وجود دارد که این وضعیت برای جک بولت های نگه دارنده ولو ها نیز می تواند اتفاق بیفتد و باعث حرکت های کوبشی ولو در محل نشیمن آن شود که می تواند منجر به خراب شدن ولو و صدمه دیدن محل قرارگیری ولو در داخل سیلندر خرد شدن گسکت زیر ولو و وارد شدن آن به سیلندر خط انداختن داخل سیلندر، کاهش فلو، گرم کردن کمپرسور، ایجاد سرو صدا و ..... گردد.

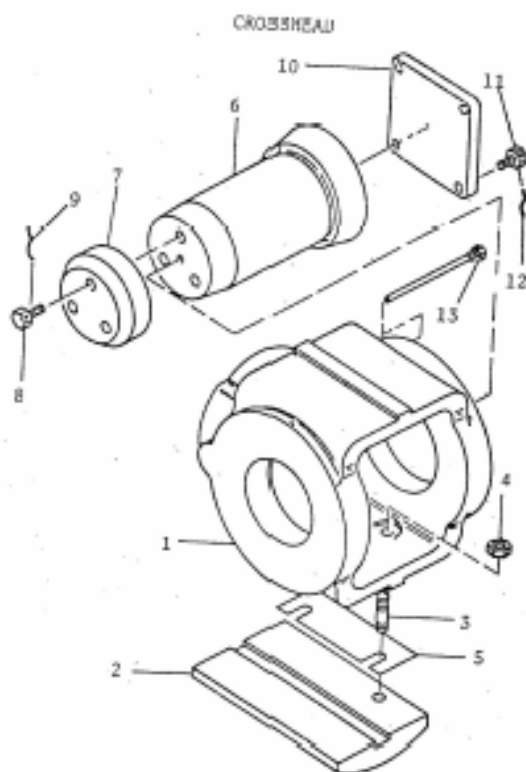
### توصیه

قبل از بستن کاور ولو ها باید از روان بودن جک بولت ها و گیرنداشتن آنها اطمینان حاصل شود و همچنین پس از بستن ولو نیز مهره های قفل کننده جک بولت ها باید کاملاً سفت شوند. البته مسائل متعددی دیگری نیز اعم از شل شدن نت رادیپستون، شل شدن مهره نگه دارنده پیستون روی رادیپستون، شکسته شدن پیستون نیز باعث ایجاد سرو صدا و کوبش در داخل سیلندر می شود که با دقت بیشتر و گوش دادن صداها از قسمت های مختلف و بررسی وضعیت عملیاتی کمپرسور امکان تشخیص آنها وجود دارد ولی اولین شک ها باید به شل شدن جک بولت ها معطوف گردد.



## خرابی کراس هد کمپرسور C-601

پس از تعمیرات اساسی یکی از کمپرسورهای 601 واحد ایزوماکس چندین باریکی از کراس هدهای مرحله سوم کمپرسور آسیب دید و باعث جمع شدن باییت زیران و ایجاد سروصدا همراه با افت فشار روغن به دلیل گرفتگی در مسیر فیلتر روغن گردید.



### اقدامات انجام شده

- ۱- تعویض Shoe های کراس هد
  - ۲- تنظیم دقیق Run Out Rod Piston
  - ۳- فیلر زدن قسمت های مختلف بین Shoe ها و تنظیم دقیق فاصله بین آنها و Guide محل حرکت آنها
  - ۴- بیشتر کردن راهگاه های ورود روغن به قسمت های مختلف Shoe ها با اسکراب کردن سطح کراس هدشوها
  - ۵- فلش کردن کلیه مسیرهای روغن
- که پس از چندین بار بازوبسته کردن کراس هد و..... مشکل حل نشد.

### مشکل اصلی

مناسب نبودن جنس باییت های بکاررفته در Shoe ها به دلیل این که این قطعات از شرکت های غیر معتبر خریداری شده بودند  
که نهایتاً این مشکل با نصب Shoe های قدیمی فرسوده و تنظیم کلرنس مشکل حل شد.

### **خرابی زودرس یاتاقان ثابت میل لنگ کمپرسور C-601**

پس از تعمیرات اساسی یکی از کمپرسورهای 601 واحد ایزوماکس ملاحظه شد که باتوجه به تعویض یکی از یاتاقان های ثابت میل لنگ کمپرسور فوق , در طول تعمیرات اساسی بازهمان یاتاقان آسیب دیده و باعث بالارفتن درجه حرارت آن و باعث جمع شدن باییت زیران همراه با افت فشار روغن به دلیل گرفتگی در مسیر فیلتر روغن شده بود.

#### **علت اصلی**

دلایل آن نامناسب بودن جنس فلز پایه یاتاقان , نوع باییت و ضخامت نامناسب لایه باییت به دلیل این که این قطعات از شرکت های غیر معتبر خریداری شده بودند. به همین دلیل در حین انجام کارهای تعمیراتی باید به همه چیز شک داشت حتی قطعات نو که از خارج خریداری شده اند.

## کم بودن طول عمر ولوهای کمپرسور C-601

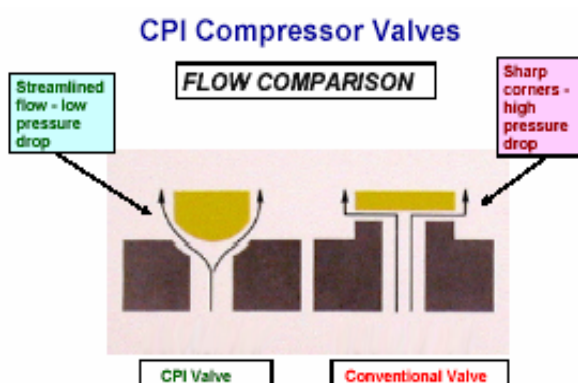
باتوجه به فشارودمای بالای کمپرسورهای فوق و گاهاورودمایعات گازی و کثیف بودن گازوسخت بودن شرایط کاری ولوها، که در هر دقیقه ۳۲۰ مرتبه باید بازوبسته می شوند باعث کاهش طول عمر کاری Compressor Valve ها می گردید.

### اقدامات انجام شده

- ۱- دقت در تعمیرات این ولوهابخصوص فنرهای آنها که برای هر مرحله ای باید از فنر همان استفاده کرد.
  - ۲- دقت در نصب آنها که ولودقیقا در محل خودش قرار گیرد.
  - ۳- درسرویس آوردن کوپل های گرم کننده گازاسنابرهای ورودی سیلندرها.
  - ۴- چک کردن شرایط کاری تراپ ها.
  - ۵- تخلیه مایعات گازی از اسنابر ورودی مرحله سه.
  - ۶- دقت در بهره برداری.
  - ۷- جایگزینی ولوهای قدیمی بانوع ولوی که Valve Plate آنها غیر فلزی است.
- بانجام اقدامات فوق تاحدی مشکل مرتفع شد ولی بازخرابی ولوهاوتعویض قطعات آنها ادامه داشت.

### رفع مشکل

استفاده از ولوهای غیر فلزی CPI به جای ولوهای Conventional که در آنها خط جریان سیال شکسته نمی شود و مشخصه های مورد نیاز برای یک ولو مناسب را دارند.



### مشخصه های یک ولو مناسب

- ۱- دارا بودن سطح عبور جریان زیاد گاز برای کم کردن افت فشار سیال .
- ۲- داشتن شکل ایرودینامیکی مناسب .
- ۳- پاسخ زمانی مناسب ( عمل کردن با کمترین اختلاف فشار ).

۴- توانائی در عبور دادن مایعات و رسوبات .

۵- قابلیت تحمل سایش ضربه روی Valve Plate و Stop Plate را داشته باشد و صدمه نبیند.

۶- قابلیت استفاده برای سرویس های با روغن و بدون روغن را داشته باشد .

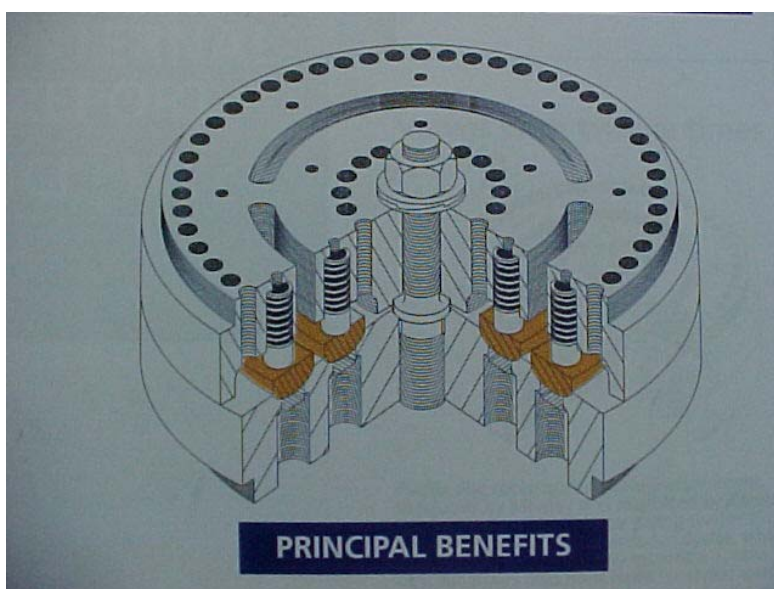
۷- قابلیت کاردهی برای تغییر شرایط عملیاتی را داشته باشد .

۸- جنس مقاوم در برابر خوردگی در برابر گازهای هیدروژن سولفور و تحمل ضربات .

۹- طول عمر آنها زیاد باشد.

۱۰- تعداد قطعات آن کم و قابل تعمیر و سرویس باشد .

که ولوهای شرکت CPI تقریباً دارای کلیه این شرایط بود و چهار عدد (دو عدد ورودی و دو عدد خروجی) آنها بصورت آزمایشی روی مرحله دوم یکی از کمپرسورهای نصب گردید که پس از ۴۳ ماه تنهایی از ولوپلیت های یکی از الوهابه دلیل ورود ذرات صدمه دیده بود.



### خرابی میل لنگ در محل نصب یاتاقان تراست کمپرسور C-601

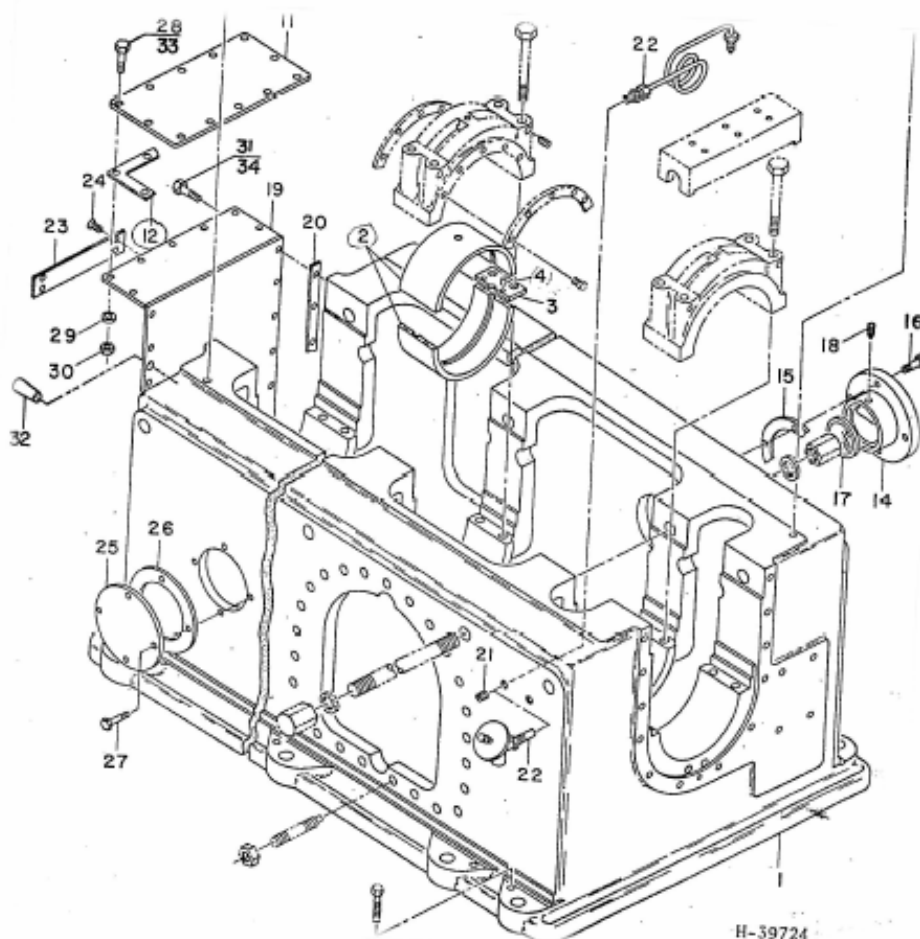
برای کنترل کردن حرکت های محوری میل لنگ کمپرسورهای ۶۰۱ از یک Set یاتاقان تراست که بصورت دونیم دایره نعلی شکل هستند و در دو طرف کاور یاتاقان ثابت نصب می شوند استفاده می شود.

#### مشکل

یاتاقان تراست یکی از کمپرسورهای فوق اسیب دیده بود و باعث صدمه رساندن به سطح داخلی میل لنگ و ناصاف نمودن آن نموده بود که حتی با تعویض یاتاقان نیز امکان ادامه کار آن فراهم نبود زیرا سطح میل لنگ ناصاف شده بود و در صورت استفاده از یاتاقان نو باز هم مشکل تکرار می شد.

#### علت

این مشکل به دلیل استفاده از پیچ های از جنس سخت برای نصب یاتاقان روی بدنه پایه یاتاقان بوجود آمده بود و باعث گردیده بود پس از سایش یاتاقان سر پیچ ها با میل لنگ تماس پیدا کنند و به دلیل سخت تر بودن آنها شروع به سایش میل لنگ (در محل یاتاقان تراست) و ایجاد ناصافی و خطوط هم مرکز روی آن کنند.



## اقدام اصلاحی

باعنایت به این که بیرون آوردن و ماشین کاری میل لنگ کارسنگین وقت گیر مشکل و بسیار پرهزینه بود پس از بررسی های همه جانبه تصمیم گرفته شد که یاتاقان تراست از روی یاتاقان مربوطه برداشته شود و روی یکی دیگر از یاتاقانهای ثابت نصب شود که این کار با کمترین هزینه و بوجود آمدن هیچ گونه مشکلی مرتفع شد.

لازم به توضیح است جنس پیچ هایی که برای بستن یاتاقان های نعلی شکل روی یاتاقان ثابت استفاده می شود باید با جنس یاتاقان هم جنس باشند و همچنین پیچ ها در داخل یاتاقان های تراست بصورت خزینه ای تعبیه شوند .

## **بالا بودن فشار و درجه حرارت مرحله دوم کمپرسور C-601**

پس از تعمیر یکی از کمپرسورهای فوق و راه اندازی آن مشاهده شد که باتوجه به سالم بودن ولوها و دیگر قطعات، فشار و دمای گاز مرحله دوم کمپرسور خیلی بیشتر از حد مجاز شده است.

### **اقدامات تعمیراتی انجام شده**

۱- کلیه ولوهای ورودی و خروجی مراحل دو و سه تعویض شده بودند.

۲- کلیه راید رینگ ها و پیستون رینگ ها سالم بودند.

۳- کلیه ولوها در ست نصب شده سالم بودند.

۴- کلیه گسکت ولوها نو شده بودند.

### **علت**

طی بررسی های انجام شده مشخص شد که علت بالا بودن فشار و دمای مرحله دوم به دلیل Load بودن مراحل یک و دو و Unload شدن مرحله سه به دلیل قطع مسیر هوای ابزار دقیق روی پاکت و لو (هوا) فشرده ابزار دقیق توسط لوله های ۳/۸ اینچی روی پاکت و لومنتقل می شوند) بوده است.

لازم به توضیح است که قطع جریان هوای فشرده روی پاکت و لوم مرحله سوم باعث بدون بار شدن مرحله سوم (کم شدن ظرفیت از ۱۰۰ درصد به ۷۵ درصد) می شود و نهایتاً باعث حبس شدن گاز در داخل سیلندر مرحله دوم و بالا رفتن فشار و درجه حرارت آن مرحله می شود زیرا در این حالت مراحل یک و دو با ظرفیت کامل فلو تولید می کنند ولی مرحله سوم قادر به مکش و تخلیه کردن این حجم گاز نمی باشد.

لازم به توضیح است که بالا رفتن فشار و درجه حرارت مرحله دوم این کمپرسورها عوامل دیگری نیز نظیر: فرسوده شده پیستون رینگ های مرحله سوم، خرابی ولوهای ورودی مرحله سوم، خرابی ولوهای خروجی مرحله دوم، اشتباه در نصب ولوها و..... نیز دارد.

## نشتی گاز از سیلندر کمپرسور C-601

روی یکی از مسیرهای اب برگشتی سیستم اب خنک کننده (جاکت کولینگ و سرسیلندر) یکی از سیلندرهایی مرحله اول یکی از کمپرسورهای فوق حباب های گاز مشاهده می شد که دلیل برنشتی گاز داخل کمپرسور بطرف اب خنک کننده بود.

لازم به توضیح است که ورود گاز به سیستم اب خنک کننده می تواند باعث بالا رفتن درصداهن در اب و باعث ایجاد خوردگی در مسیرها شود.

### مشخصات کمپرسور

- ۱- سیستم اب خنک کننده گردش این کمپرسورها بصورت یک سیستم بسته است و در صورت نفوذ گاز مقدار اهن در اب به تدریج افزایش پیدامی کند.
- ۲- سیستم خنک کننده شامل کولرهای بین مرحله ای و جاکت کولینگ اطراف سیلندرها.
- ۳- فشار گاز ورودی مرحله اول ۱۸۰ پوند بر اینچ مربع.
- ۴- فشار گاز خروجی مرحله سوم ۲۸۵۰ پوند بر اینچ مربع.
- ۵- فشار اب خنک کننده به سیستم جاکت کولینگ ۹۰ پوند بر اینچ مربع.
- ۶- قطر داخلی سیلندر ۱۲/۵ اینچ.
- ۷- کورس پیستون ۱۲ اینچ.

### اقدامات انجام شده

- ۱- تعویض گسکت سرسیلندر.
- ۲- تعویض سرسیلندر فوق با سرسیلندر مربوط به سیلندر دیگر.
- ۳- باز کردن سیلندر و ارسال ان به کارگاه.
- ۴- تست هیدرولیکی جاکت کولینگ اطراف سیلندر با فشار بالا که مشکلی وجود نداشت.
- ۵- باعنایت به این که مسیر نشتی از طرف داخل سیلندر بطرف سیستم جاکت کولینگ بود راهی برای تست هیدرولیکی پیدانشد.
- ۶- باشرکت های معتبر مکاتبه شد که توصیه انها تعویض سیلندر بود.
- ۷- امکان تهیه سیلندر به این راحتی میسر نبود ولی اقدامات لازم برای سفارش خریدان انجام شد.
- ۸- باتوجه به نیاز عملیاتی به کمپرسور تصمیم به نصب سیلندر روی کمپرسور و ادامه کاران گرفته شد.

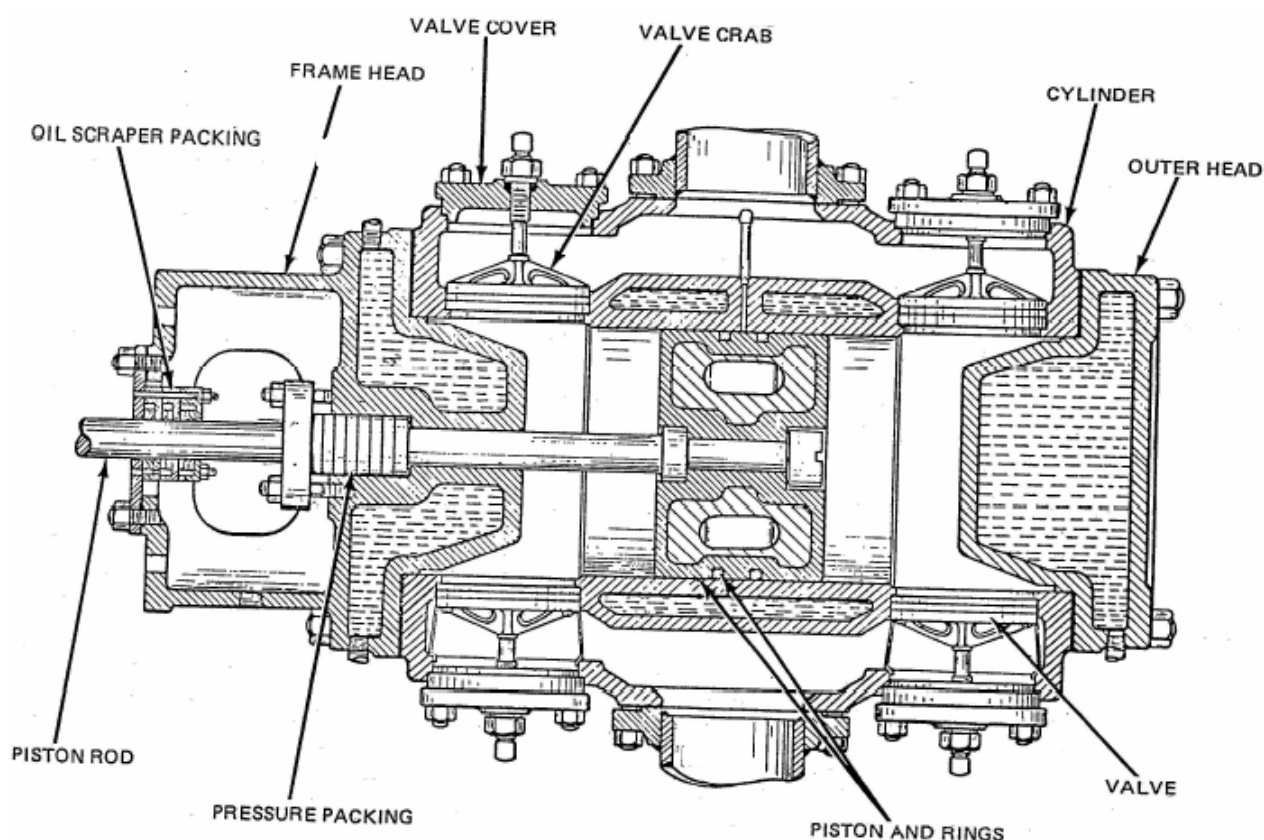
این مشکل به مدت چندماه وجود داشت.

## علت

طی بررسی های انجام شده مشخص شد که علت اصلی نفوذ گاز به طرف اب خنک کننده مربوط به نامناسب بودن (خشک بودن) گسکت ته سیلندر بوده است که باعث ایجاد ترک های موئی روی ان شده بود و درست اب بندی نمی کرد.

## اقدام اصلاحی

برای رفع مشکل گسکت مناسب (گسکت ته سیلندر) تهیه و سپس سیلندر در جای خود نصب شد که مشکل بطور کامل مرتفع گردید و سفارش خرید سیلندر نیز کنسل شد.  
در شکل زیر شمائی از سیلندر کمپرسور فوق نشان داده شده است.



## شکسته شدن ولوهای مرحله دوم وسوم کمپرسور C-601

شرایط عملیاتی یکی از کمپرسورهای فوق از لحاظ فشار و درجه حرارت در حالت عادی بود ولی یک روز بطور ناگهانی به دلیل افزایش فشار (تا ۱۲۰ بار) و درجه حرارت (نزدیک ۲۰۰ درجه سانتیگراد) گاز مرحله دوم و کاهش فلو کمپرسور از سرویس خارج گردید.

### اقدامات انجام شده

- ۱- باز کردن کلیه ولوهای مرحله دوم وسوم.
- ۲- تست کردن ولوها که اکثر آنها خراب بودند.
- ۳- تعویض کلیه ولوهای ورودی و خروجی مراحل دوم وسوم به دلیل خرابی و نشتی.
- ۴- بیرون آوردن کلیه پیستون رینگ ها و اوراید رینگ ها
- ۵- تعویض پیستون رینگ ها به دلیل خرابی ناشی از کار در درجه حرارت بالا.

### علت

Drain نکردن مایعات جمع اوری شده در اسنابر ورودی مرحله سوم که باعث ورود ناگهانی مقدار زیادی مایعات گازی به طرف سیلندر مرحله سوم کمپرسور شده و در حین عبور باعث ایجاد ضربه شدید روی ولوهای ورودی مرحله سوم و از کار افتادن آنها گردیده (از کار افتادن سیلندر مرحله سوم) بود و همین امر باعث شده بود که مکش سیلندر مرحله سوم کم شود و گاز در مرحله دوم حبس شود و باعث افزایش فشار و به دنبال آن افزایش درجه حرارت مرحله دوم را به همراه داشته باشد و باعث آسیب رساندن به ولوهای ورودی و خروجی مرحله دوم نیز شده بود.

لازم به توضیح است که اسنابر مرحله سوم این کمپرسور هابرخلاف مرحله اول و دوم فاقد تریپ اتوماتیک جهت تخلیه مایعات است و در هر شیفت بسته به ارتفاع مایعات موجود در اسنابر و توسط ولوی که روی مسیر Drain آن تعبیه شده است (ولوهای دوبله) مایعات گازی که در اثر خنک شدن در کولر داخلی به مایع تبدیل شده اند باید به سمت اتمسفر Vent شوند.

### اقدام اصلاحی

مشکل فوق باتخلیه مایعات اسنابر بصورت روتین قابل رفع است ولی نیاز به مواظبت بیشتر الزامی است چون ممکن است سیستم های ابزار دقیقی نشان دهنده سطح مایع که در دو حالت Alarm و Shut Down ارتفاع را کنترل می کنند به دلایلی از کار بیفتند.

البته این مشکل می تواند به دلیل شکسته شدن ولوهای ورودی مرحله سوم در اثر شکسته شدن فنرها و لولپیتها در اثر خستگی نیز اتفاق بیفتد.

## بالارفتن درجه حرارت گاز مرحله دوم کمپرسور C-601

مشکل اصلی یکی از کمپرسورهای فوق گرمای بیش از حد گاز خروجی از مرحله دوم آن بود.

### اقدامات انجام شده

۱- چک کردن وتعویض ولوهای ورودی وخروجی مرحله دوم وسوم.

۲- چک کردن پاکت ولومرله دوم وسوم.

۳- چک کردن کلرنس های سروته پیستون ودوطرف سیلندر مرحله دوم وسوم.

۴- چک کردن وتعویض پیستون رینگ های مرحله دوم وسوم.

۵- چک کردن دمای گاز ورودی به مرحله دوم (چک کردن کولر بین مرحله ای).

با انجام تک تک اقدامات فوق وراه اندازی کمپرسور در هر مرحله باز مشکل باقی بود. در مرحله بعدی اقدام به اندازه گیری قطر داخلی سیلندر شد که مشکلی مشاهده نشد ولی در حین انجام این کار ملاحظه شد که بین بوش داخل سیلندر Liner و قسمت هایی از قسمت داخلی سیلندر کمی فاصله وجود دارد و احتمالاً از بین آنها می توان فیلر عبور داد. با توجه به این موضوع این طور نتیجه گیری شد که علت دمای بالای مرحله دوم می تواند به دلیل ارتباط پیدا کردن قسمت فشار بالا (در پایین سیلندر که ولوهای خروجی قرار دارند) و قسمت فشار پایین (بالای سیلندر که ولوهای ورودی نصب می شوند) از طریق زیر Liner باشد که فیلر از بین آنها عبور می کند و نهایتاً تصمیم به باز کردن و ارسال سیلندر به کارگاه مرکزی برای بیرون آوردن بوش سیلندر Liner (از طریق تراشکاری بوش روی بورینگ ماشین برای کم کردن ضخامت آن تا راحت تر از سیلندر بیرون بیاید) گرفته شد که پس از بیرون آوردن آن بوش نوباً گرم کردن سیلندر و سرد کردن Liner با مشکلات فراوان جازده شد و به واحد ارسال شد و روی کمپرسور نصب و راه اندازی گردید ولی باز مشکل باقی بود.

### علت

پس از انجام این مراحل که بیش از یک ماه بطول انجامید باز مشکل مرتفع نشد. ولی با بررسی های بیشتری که انجام شد مشخص گردید که دلیل گرمای بیش از حد ناشی از کثیف بودن (رسوبات) محفظه جاکت کولینگ اطراف سیلندر مرحله دوم بوده که باعث عدم امکان انتقال حرارت به آب خنک کننده می شده که باعث زدن و تمیزکاری این محفظه مشکل حل شد.

لازم به توضیح است که طی بررسی هایی که روی کمپرسورها و سیلندرهای دیگر انجام شده در اکثر آنها فاصله جزئی بین قسمت هائی از Liner و سیلندر مشاهده شده که تاکنون مشکل خاصی هم روی آنها گزارش نشده است.

## کوبش Knock کمپرسور C-601

در ابتدای راه اندازی واحدهای ایزوماکس سیلندره‌های مرحله دوم و سوم کمپرسورهای فوق دارای Knock یا کوبش زیاد بودند.

### اقدامات انجام شده

- ۱- تنظیم کلرنس های سروته پیستون و سیلندر طبق اندازه های توصیه شده توسط کارخانه سازنده.
  - ۲- چک کردن یاتاقان های متحرک.
  - ۳- چک کردن کلرنس پین کراس هد.
  - ۴- چک کردن مهره روی رادی پیستون.
  - ۵- چک کردن مهره سر پیستون.
- تمامی موارد چک گردید و مشکلی مشاهده نشد.

### علت

بررسی ها و تجربه نشان داد که علت کوبش ناشی از کم بودن کلرنس های سروته پیستون با سروته سیلندرها بوده است که با افزایش آنها مشکل مرتفع گردید.  
لازم به توضیح است که کلرنس های توصیه توسط کارخانه سازنده به قرار ذیل است.

PISTON-TO-HEAD END CLEARANCES

| CYLINDER SIZE | FRAME END CLEARANCE | OUTER END CLEARANCE |
|---------------|---------------------|---------------------|
| 12-1/2"       | 1/8"                | 17/32" ± 1/16"      |
| 11-1/2"       | 1/16"               | 1/16"               |
| 7-3/4"        | 1/16"               | 1-5/16"             |

### اقدام اصلاحی

کلرنس های سروته سیلندرها از ۱/۱۶ اینچ به ۱/۸ اینچ افزایش داده شد و مشکل مرتفع گردید.  
لازم به توضیح است که در خیلی از موارد تجربیات نفرات تعمیرات در تنظیم کلرنس ها نسبت به مقادیر توصیه شده توسط کارخانه سازنده قابل اعتمادتر است.

### مشکل نصب ولوهای کمپرسور C-601

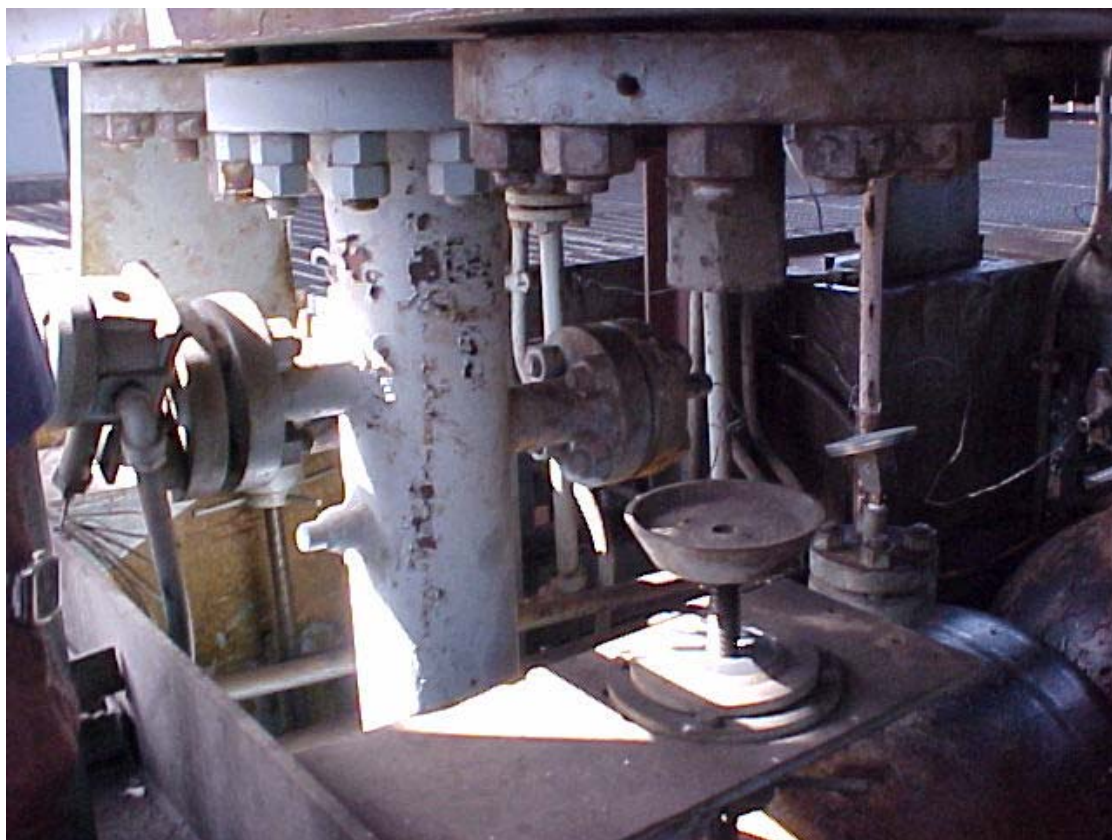
باتوجه به وزن زیاد ولوهای خروجی Discharge Valve مرحله دوم کمپرسورهای ۶۰۱ که سنگین ترین ولوهای این کمپرسورها هستند و در زیر سیلندر نصب می شوند و محدودیت مکانی که برای ایستادن نفرات هنگام نصب این ولوها وجود داشت باعث شده بود که علاوه بر مشقات کاری در بعضی از اوقات ولوها در موقعیت قرار گیری خود نصب نشوند و باعث نشت گاز از زیر آنها و ایجاد مشکلات عملیاتی از قبیل گرم شدن گاز، تغییرات فشار، دوباره کاری و..... گردد.

### اقدام اصلاحی

مشکل با ساخت جک های پیچی (که کلیه قطعات آن در پالایشگاه طراحی و ساخته شدند) و نصب آنها در زیر محل قرار گیری ولوها مرتفع شد که این عمل باعث تسلط بیشتر نفرات ماشینری روی نصب آنها می شد و ولو با دقت بالائی نصب می شد و علاوه بر آن خطرات ناشی از افتادن ولوها روی افراد که می توانست باعث صدمه دیدن نفرات و..... شود کاهش پیدا نمود.

لازم به توضیح است که از این جک ها هم برای جازدن ولو هم برای بیرون آوردن آنها از داخل سیلندر استفاده می شود.

در شکل زیر شمائی از این جک ها نشان داده شده است.



## Run Out رادپیستون کمپرسور C-601

در حین تنظیم کردن Run Out یکی از سیلندره‌ای کمپرسورهای فوق ملاحظه شد که باکم و زیاد کردن شیمزهای زیر Cross Head Shoes امکان تنظیم Run Out نمی باشد (حداکثر مجاز Run Out برای این کمپرسورها پنج هزارم اینچ توصیه شده است) و به جواب نمی رسیم. به همین دلیل به خمیده بودن رادپیستون شک شد که پس از چک کردن آن روی ماشین تراش مشخص شد که مشکلی روی آن وجود ندارد.

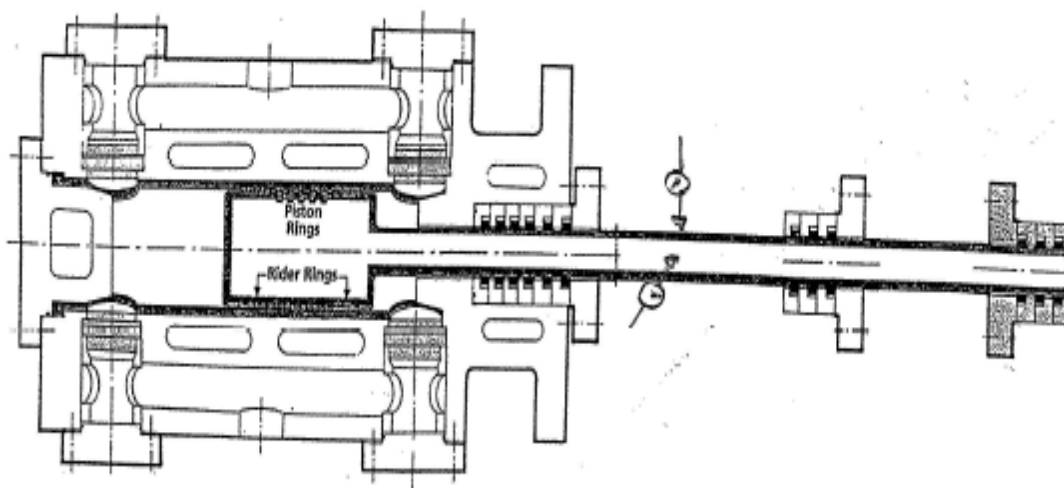
### علت

دلیل اصلی این مشکل Face نبودن لاک نت محکم کننده رادپیستون روی کراس هِد بود که هنگامی که سفت می شد باعث خم کردن رادپیستون می گردید.

### اقدام اصلاحی

مشکل فوق بابتستن مهره روی یک تکه از رادپیستون فرسوده و بستن آن روی ماشین تراش و صورت تراشی آن مرتفع شد.

لازم به توضیح است که حتی احتمال ناصاف شدن محل قرارگیری لاک نت روی کراس هِد هم می تواند منجر به خمیده شدن و ایجاد Run Out رادپیستون شود که کار کمی مشکل ترمی شود و برای رفع آن باید کراس هِد روی ماشین بورینگ برده شود که کار زمان بری است و در صورتی که با Face کردن لاک نت مشکل حل نشود مشکل مربوط به ناصاف بودن محل تماس مهره روی کراس هِد است.



لازم به توضیح است که Run Out رادپیستون پارامتری است که مبین هم محور بودن جهت حرکت پیستون و کراس هِد است و در صورتی که این دو قسمت نسبت به هم هم محور نباشند (Run Out وجود داشته باشد) یا به عبارت دیگر نسبت به هم بالا پایین باشند می تواند باعث ایجاد نیروهای خمشی روی رادپیستون گردد و باعث بریدن آن و نشستی زیاد از پکینگ ها گردد.

## کم بودن فشار پمپ روغن CT-601

سایش و خوردگی سطح قطر خارجی چرخ دنده ها و همچنین سایش و خوردگی سطح داخلی سیلندر باعث زیاد شدن کلرنس های داخلی و نهایتا زیاد شدن نشتی داخلی و کاهش فشار و فلوی پمپ فوق شده بود که امکان ساخت چرخ دنده ها در داخل فراهم نبود و نیاز حیاتی به این پمپ ها بود.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ چرخ دنده ای دو محوره دنده جناسی (به عنوان پمپ اصلی و یدکی روغن کمپرسورهای 601)

۲- مایع پمپ شونده روغن روانکار

۳- فشار خروجی 4Bar

### اقدام اصلاحی

طی بررسی های انجام شده به دلیل این که امکان ساخت چرخ دنده ها از طریق منابع داخلی فراهم نبود مشکل فوق با ابکاری سطح خارجی چرخ دنده ها (با قرار دادن موم بین فاصله دنده ها از رسوب فلز در حین ابکاری روی بقیه قسمت ها جلوگیری شد) و با سنگ زدن محورهای ماشین سنگ و سپس Grind آنها در داخل سیلندر با استفاده از پودر الماسه کلرنس مطلوب حاصل گردید و باعث احیا چندین دستگاه پمپ از رده خارج گردید.



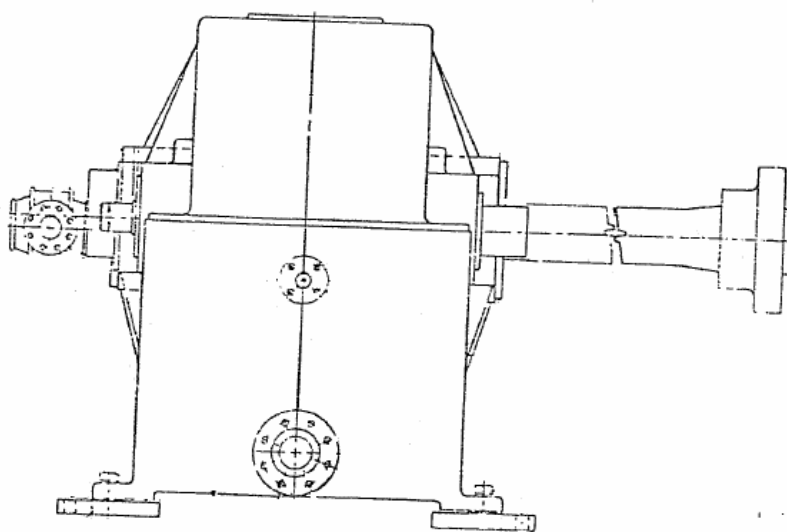
## تراست برینگ گیربکس CG-601

تعویض کردن تراست برینگ گیربکس کمپرسور فوق بامشکلات زیادی مواجه بود.

### مشخصات گیربکس

گیربکس فوق رابط بین توربین بخار و کمپرسورهای C-601 است که در طی سه مرحله (باسه عدد شافت) دور 4000 R.P.M توربین را به دور 320 R.P.M تغییر می دهد و قدرت ۳۷۵۰ اسب بخار را روی کمپرسور منتقل می کند. High Speed پینیون گیربکس با یک عدد Gear Coupling به توربین بخار متصل می شود و انتقال قدرت به کمپرسور نیز توسط یک کوپلینگ دنده ای که در قسمت بیرونی Low Speed Pinion نصب شده به توسط شافت بزرگی Coil Shaft که یک طرف آن با کوپلینگ دنده ای با Low Speed Pinion در گیراست و از داخل Low Speed Pinion عبور می کند به توسط یک کوپلینگ که روی Coil Shaft بصورت پرسی نصب می شود روی بدنه فلایویل بسته می شود.

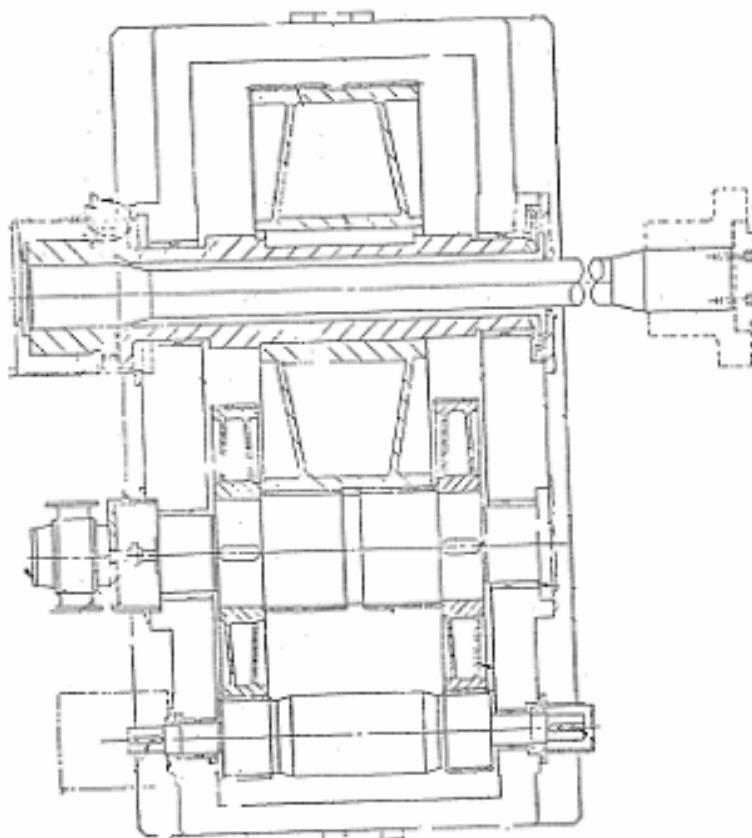
لازم به توضیح است که سه عدد چرخ دنده داخل گیربکس بصورت دنده هلیکال جناقی (دو چرخ دنده مورب که زاویه آنها عکس همدیگر است و روی یک محور ساخته شده اند) طراحی شده که باعث خنثی شدن کلیه نیروهای تراست روی هر محوری می شوند ولی با این وجود روی Low Speed Pinion گیربکس یک عدد تراست برینگ نصب شده که برای کنترل کردن نیروهای تراست احتمالی ازان استفاده می شود که شامل یک عدد تراست دیسک است که روی Low Speed Pinion قرار می گیرد که دو طرف آن دو عدد Thrust Shoe نصب می شود که هر کدام ازانها بصورت یک عدد دیسک دایره ای شکل است که روی سطح آن بالایه ای از بابیت پوشش داده شده و توسط لایه ای از روغن که روی آنها تزریق می شود کار کنترل کردن نیروهای محوری انجام می شود.



در هنگام تعویض Thrust Shoe ها باید کوپلینگ کوپل شافت از روی بدنه فلاپیول باز شود و کوپلینگ آن که بصورت پرسى است از روی کوپل شافت بیرون آورده شود تا بتوان Thrust Shoe را بیرون آورد و تعویض نمود که باتوجه به بزرگ بودن و انطباق پرسى کوپلینگ امکان بیرون آوردن آن از روی محور بسیار مشکل بود و با استفاده کردن از جک های بزرگى که فشار آنها تا 3000 بار می رسید (همزمان با گرم کردن کوپلینگ و ضربه های پتک) این کار انجام می شد که نیاز به یک هفته صرف وقت و هزینه های زیاد بود.

### اقدام اصلاحی

باتوجه به مشکلات موجود که باعث کنشیدن مسائل تعمیراتی می شد و باتوجه به محدودیت های زمان تعمیرات اساسی این کمپرسورها، مشکل با دو تکه کردن Thrust Shoe ها از وسط (دو نیم دایره) با استفاده از Wire Cut مرتفع شد که باعث گردید هیچ نیازی به بیرون آوردن کوپلینگ از روی کوپل شافت و فلاپیول نباشد و کار به این سنگینی در کمتر از یک ساعت انجام شود. لازم به توضیح است که Thrust Shoe ها در بدنه گیر باکس ثابت هستند و با توجه به ضعیف تر بودن آنها (چون سطح آنها با بایت پوشش داده شده است) بیشترین خرابی ها و مشکلات مربوط به آنهاست و تاکنون برای تراست دیسک ها مشکلی بوجود نیامده است (به دلیل جنس سخت و سطح صیقلی آنها).



## سرج توربین کمپرسور C-601

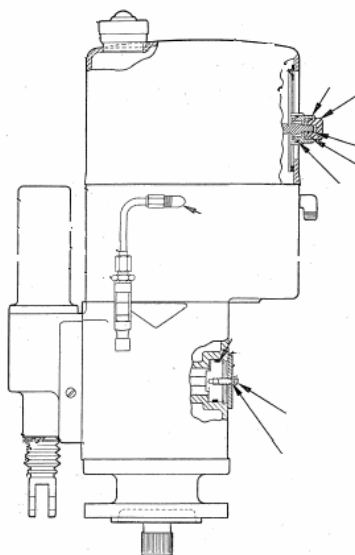
پس از تعویض گاورنریکی از توربین های فوق سرج شدیدی روی ان اتفاق افتاد و باعث تغییر دور غیر قابل کنترل با گاورنر گردید لازم به توضیح است که نوع گاورنر Woodward Governor PG-PL است که اصول کار ان بصورت هیدرو مکانیکی است.

### اقدامات انجام شده

- ۱- هواگیری گاورنر
- ۲- گرم کردن گاورنر (اجازه داده شد تا توربین برای مدتی کار کند).
- ۳- تعویض روغن گاورنر.
- ۴- چک کردن کلیه اتصالات گاورنر به تروتل ولو.

### علت

طی بررسی های انجام شده مشخص شد که سرج به دلیل بیش از حد باز بودن شیر سوزنی Compensating Valve روی بدنه گاورنر (نزدیک پاور پیستون) بود که باعث می شد حساسیت گاورنر کم شود و گاورنر قادر به تنظیم دور نباشد و باعث ایجاد سرج شود. مشکل فوق با تنظیم کردن Compensating Valve مرتفع شد.



لازم به توضیح است که این ولو باید حدود یک چهارم دور باز باشد تا حساسیت لازم به گاورنر داده شود ولی برای تنظیم سریع تر گاورنر ها در کارگاه ابزار دقیق این ولو را بیشتر از حد متعارف باز می کنند که در واحد باعث سرج می شود.

البته روی گاورنرها معمولاً دو عدد شیر سوزنی نصب می گردد که یکی از ان ها برای هواگیری گاورنر است و پس از هواگیری باید کاملاً بسته باشد و دیگری برای تنظیم درجه حساسیت گاورنر است که باید در حین کار توربین حدود یک چهارم دور (طبق توصیه کارخانه سازنده) باز باشد.

## سرج توربین کمپرسور C-601

پس از اتمام کارهای تعمیراتی روی یکی از توربین های فوق ملاحظه شد که دور توربین توسط گاورنر قابل کنترل نیست و توربین با سرج کار می کند.

### اقدامات انجام شده

- ۱- هواگیری گاورنر.
- ۲- تعویض گاورنر.
- ۳- تعویض روغن گاورنر.
- ۴- تنظیم شیرسوزنی گاورنر.

### علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص شد که علت سرج به دلیل لقی بیش از حد اتصالات گاورنر به تروتل ولومی باشد.

### اقدام اصلاحی

باتعویض بوش ها و برینگ های مفصلی مشکل برطرف شد. لازم به توضیح است که زیاد شدن مقدار لقی های سیستم اهرم بندی (در مفاصل) مکانیکی باعث ایجاد اصطکاک و تاخیر زمانی در انتقال حرکت از گاورنر به تروتل و لوونهایتا تغییر متناوب دور توربین ه می شود.

## لرزش توربین کمپرسور C-601

پس از تعمیرات اساسی یکی از توربین های بخار واحد ایزوماکس در حین عملیات Over Speed ملاحظه گردید که لرزش توربین حتی در حالت باز Discouple بسیار بیشتر از حد مجاز می باشد .

### مشخصات توربین

۱- دور کاری توربین 4000 R.P.M

۲- دور Over Speed یا دور بیشینه 4500 R.P.M

۳- نوع کوپلینگ Gear Coupling

### اقدامات انجام شده

۱- چک کردن یاتاقان ها و کلرنس آنها.

۲- خشک کردن بیشتر بخار ورودی به توربین.

۳- باز کردن و ارسال مجدد رتور توربین به کارگاه جهت چک کردن بالانس آن.

۴- نصب مجدد توربین و راه اندازی آن.

که دوباره پس از راه اندازی در حالت باز ملاحظه شد که همچنان لرزش بالاست.

### علت

طی بررسی های انجام شده مشخص شد که مشکل اصلی لرزش مربوط به خارج از مرکز قرار گرفتن هاب کوپلینگ روی توپی کوپلینگ و محور بوده است که باعث به هم خوردن وضعیت بالانس رتور و ایجاد ارتعاشات زیاد می شود.

لازم به توضیح است که در کوپلینگ های دنده ای به دلیل حرکت دنده های داخلی (دندانه های داخلی روی هاب) و دنده های خارجی (دندانه های روی توپی) در صورتی که این مجموعه باهم، هم محور نباشند (خارج از مرکز باشند) باعث به هم خوردن وضعیت بالانس و ایجاد ارتعاشات زیاد می گردد.

### اقدام اصلاحی

برای رفع مشکل فوق در حین تست Over Speed با نصب یک عدد باکت فلنچ و مهار نمودن هاب Gear Coupling در مرکز توسط آن بایچ و مهره مشکل حل است.

لازم به توضیح است که برای هر کوپلینگ نوع دنده ای باید باکت فلنچ هم اندازه آن طراحی و ساخته شود

## کم بودن طول عمر و عدم کارائی ولوهای تعمیرى کمپرسور C-601

باتوجه به این که درحین تعمیرات ولوها کلیه قطعات آنها تعویض می شوند ولی بارها مشاهده شده که ولوهای تعمیر شده کارائی خوبی ندارند و یا طول عمر کاری آنها کم است.

### علت

مشکل اصلی مربوط به تنظیم نبودن مقدار Lift یا مقدار بالاوپایین شدن ولوپلیت است. لازم به توضیح است که ولوهای ورودی و خروجی کمپرسورهای رفت و برگشتی از قطعات حساس و گران قیمت آنهاست که عدم کارائی مناسب آنها باعث اب بندی نشدن آنها و ورود یا خروج گاز از یک مرحله به مرحله دیگر و نهایتاً باعث تغییرات فشار و دمای مراحل مختلف کمپرسور و کم شدن ظرفیت و به موقع باز و بسته نشدن (تاخیر زمانی) آنها نیز باعث مشکلاتی از نظر فلوروی کمپرسورهای رفت و برگشتی می شود. ولی از طرف دیگر Compressor Valves قطعاتی قابل تعمیر هستند و در صورتی که به روش اصولی تعمیر شوند و نکات مورد نظر روی تعمیرات آنها رعایت شود حتی تا چندین بار می توان آنها را تعمیر و از آنها مجدداً استفاده نمود که این کار در تمامی صنایع نیز انجام می شود. البته شرایط عملیاتی نظیر همراه نبودن مایعات گازی همراه با گاز، خوردگی و همچنین کثیف بودن گاز (وجود ذرات جامد در گاز) ضربات اضافی روی ولو (لرزش کمپرسور) روغن و روغنکاری مناسب داخل سیلندر، خستگی و..... نیز می تواند تاثیر بسزائی در طول عمر کمپرسور ولوها داشته باشد.

### نکات مهم تعمیرات ولوها

- ۱- لپ کردن سطوح اب بندی ولوها اعم از Valve Seat و Valve Plate.
  - ۲- استفاده از فنر مربوط به ولو همان مرحله (جابجا استفاده نکردن از فنرها).
  - ۳- تنظیم نمودن مقدار Lift (مقدار بالاوپایین شدن ولوپلیت ان).
- که غالباً مورد اول مراعات می شود ولی موارد بعدی کمتر مدنظر واقع می شود که باتوجه به اهمیت موضوع و این که کمپرسور ولوها با ولوهای ثابت تفاوت های بسیار زیادی دارند و تعمیرات آنها باید توسط افراد متخصص این کار باید انجام شود و عملکردان روی کمپرسور باید در نظر گرفته شود و توضیح مختصری راجع به هر کدام از موارد فوق ارائه می شود.

### اثر فنرها بر عملکرد ولو

اثر فنرها در عملکرد ولوها بسیار مهم است اگر فنرها ضعیف باشند ولوهای خروجی با تاخیر زمانی بسته می شوند که در این صورت جریان برگشتی گاز از فشار بالا موجب بسته شدن ولو و ضربه زدن به آن می شود (یعنی بجای اینکه فنرها به آرامی ولو خروجی را ببندد فشار گاز نیرو وارد کرده و موجب بسته شدن شدید ولو می شود) و در صورتی که فنرهای ولوهای خروجی قوی تر از حد نرمال طراحی شده باشند قبل از رسیدن پیستون به انتهای کورس خود شروع به بسته شدن می

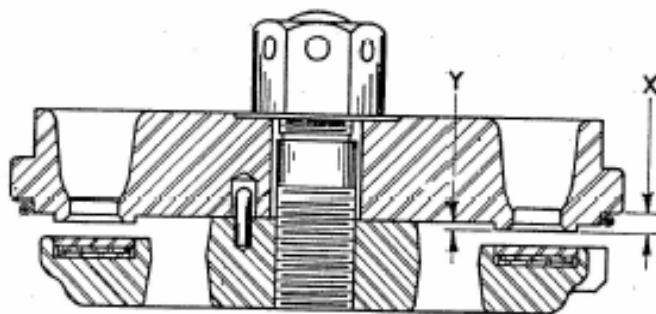
کنند و باعث چندین بار باز و بسته شدن آن می شود Fluttering که باعث وارد آمدن ضربات اضافی به Valve Seat و Valve Plate می شود و یا ممکن است قبل از رسیدن پیستون به کورس خود بسته شود که باعث تخلیه کامل سیلندر نمی شود و مقداری گاز در سیلندر باقی بماند اثرات این ضربات در زیر نشیمن گاه فنرها در Stop Plate قابل مشاهده است .

برای غلبه بر Fluttering یا باید مقدار Lift ( حرکت بالا و پایین رفتن Valve Plate ) کاهش پیدا کند یا از فنر ضعیف تری روی ولو خروجی استفاده شود همچنین Fluttering باعث شکسته شدن Gasket Valve ها و صدمه دیدن محل نشیمن گاه ولو در داخل سیلندر و گرم شدن کمپرسور می شود .

میزان فنریت فنرها روی ولوهای ورودی نیز تاثیر به سزائی دارد که اگر فنرها ضعیف تر از حد لازم باشند هنگام برگشت پیستون ( شروع عملیات تراکم ) ولو با تاخیر زمانی بسته می شود و باعث می شود مقداری گاز از داخل کمپرسور خارج و دوباره وارد لاین ورودی شود و نهایتا باعث کم شدن فلوی کمپرسور گردد و اگر فنرها ی ولوهای ورودی قوی تر از حد لازم باشند باعث می شود وقتی پیستون به سمت عقب حرکت می کند ( شروع مکش ) ولو ورودی دیرتر باز شود و گاز کمتری وارد سیلندر شود ( کم شدن سطح زیر منحنی های PV ) و باعث کم شدن فلوی کمپرسور شود. پس درحین تعمیر ولوها باید دقت زیادی روی فنرها داشت و از فنر همان ولو استفاده کرد.

### اثر lift روی عملکرد ولوها

مهمترین پارامتر طراحی ولوها میزان Lift آنها می باشد ( مقدار حرکت Valve Plate ) که اگر این مقدار از میزان اپتیمم آن بیشتر باشد موجب ضربه زدن بیشتر و خستگی و خرابی زودرس ولو می شود و اگر از میزان اپتیمم آن کمتر باشد باعث افت فشار زیاد (مسدود شدن مسیر) و پایین آمدن راندمان کمپرسور می شود و این مبین این است که هر ولو برای هر شرایط عملیاتی نمی تواند مناسب باشد .



نکته ای که لازم است مد نظر قرار گیرد این است که در تعمیرات ولوها و Grind کردن Seat و Valve Plate ها باید اقداماتی انجام داد که میزان Lift ، ولو در محدوده مجازی که توسط کارخانه ، سازنده مشخص شده واقع شود در غیر این صورت طول عمر و کارائی ولو کاهش پیدامی کند.

برای رسیدن به Lift مناسب برای ولو باید دقت شود که چه قسمت هائی باید تراشکاری شود تا پس از مونتاژ ولو میزان Lift در حد مورد نیاز برسد.

نکته حائز اهمیت دیگران که ممکن است در حین نقل و انتقال ولو ها محل نشیمنگاه گسکت ولو (قسمتی که داخل سیلندر قرار می گیرد) تغییر شکل دهد (در اثر ضربه یا افتادن روی زمین) و باعث گردد ولو بطور کامل در محل نشیمن خود در داخل سیلندر قرار نگیرد (به علت ناصاف بودن) و این قسمت اب بندی نشود و از زیر قسمت ناصاف شده گاز با فشار زیاد عبور کند و ولو تعمیر شده ای که کلیه قطعات آن تعویض ولپ شده است کارایی لازم را نداشته باشد و باعث کاهش فلو و ..... گردد.

## لرزش توربین کمپرسور C-601

پس از تعمیرات اساسی واحد ایزوماکس در حین راه اندازی یکی از کمپرسورهای ۶۰۱ ملاحظه گردید لرزش توربین بسیار بیشتر از حد مجازی باشد .

### مشخصات توربین

۱- دور کاری توربین 4000 R.P.M

۲- نوع یاتاقان Sleeve Bearing

۳- نوع کوپلینگ Gear Coupling

۴- تنظیم فشار روغن

### اقدامات انجام شده

۱- چک کردن یاتاقان ها و کلرنس آنها.

۲- چک کردن وضعیت هم محوری

۳- باز کردن و ارسال مجدد رتور توربین به کارگاه جهت چک کردن بالانس آن.

۴- نصب مجدد توربین و راه اندازی آن

تجربیات قبلی نشان می داد که کامل خشک نبودن بخار ورودی به توربین های بخار می تواند باعث لرزش توربین شود.

### اقدام اصلاحی

مشکل لرزش توربین با خشک کردن بیشتر بخار ورودی به توربین مرتفع شد. لازم به توضیح است که رطوبت موجود در بخار ورودی باعث برخورد آنها به پره های توربین و ایجاد ضربه روی رتور توربین و ایجاد ارتعاشات زیادی می کند که بسته به تجربه نفرات عملیات باز گذاشتن مسیرهای تخلیه تا خشک شدن کامل بخار باید ادامه داشته باشد بخصوص در زمان راه اندازی واحدهای عملیاتی که بخار وارد واحد می شود.

## کم بودن فلوی کمپرسور C-201

به دلیل مشکلی که برای کمپرسورهای C1-201A بوجود آمد کمپرسوریدک C1-201B در سرویس قرار گرفت ولی ملاحظه شد که فلوی این کمپرسور نیز خیلی کم (در حد نصف) است و می توانست باعث به هم خوردن شرایط عملیاتی واحد شود. لازم به توضیح است که وضعیت قبلی کمپرسور C1-201B قبل از از سرویس خارج شدن مطلوب بوده و هیچ گونه مشکلی نداشته است.

### مشخصات کمپرسور

۱- کمپرسور رفت و برگشتی پیستونی یک مرحله ای

۲- گاز کمپرس شونده هیدروژن

۳- فشار ورودی

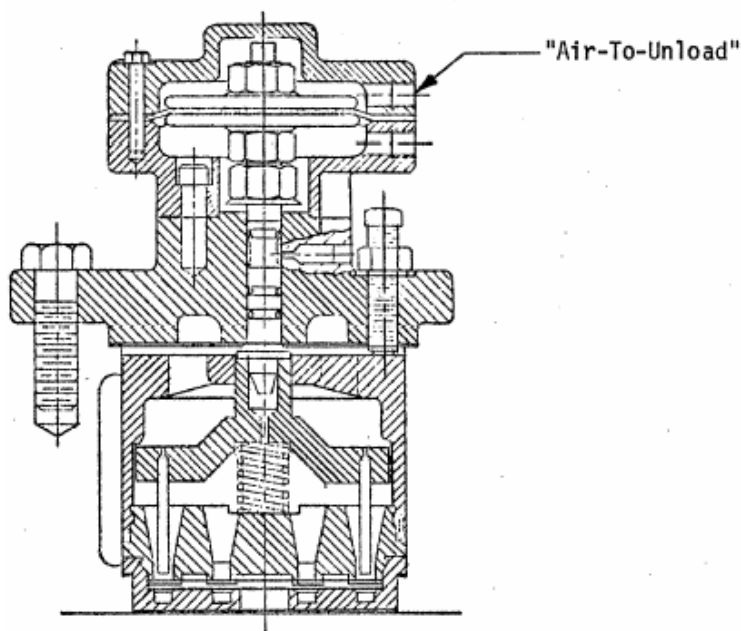
۴- فشار خروجی

۵- سیستم تنظیم Load توسط Unloader Valve

### اقدامات انجام شده

۱- در سرویس آوردن کمپرسور C1-201A (که وضعیت آن خوب نبود).

۲- در سرویس نگه داشتن هر دو کمپرسور باهم.



باعنایت به شناختی که از سالم بودن کمپرسور C1-201B وجود داشت (سالم بودن رینگ ها و ولوهای آن) نسبت به عمل نکردن Loading Valve ها و جام بودن آنها شک گردید که با زدن چند ضربه ملایم

روی آنها از جامی خارج گردید و باعث Load گرفتن کمپرسور گردید و باعث بالا رفتن فلو و امکان از سرویس خارج نمودن کمپرسور معیوب فراهم شد. البته در بعضی موارد هنگام تغییر درصد Load کمپرسور ممکن است این اتفاق بیفتد و Loading Valve جام کند و باعث بازماندن یک یا چند عدد از ولوهای ورودی شود که منجر به کاهش فلو ی کمپرسور می شود.

### توضیح

وقتی قرار است کمپرسور از سرویس خارج شود ابتدا با باز کردن مسیر هوای ابزار دقیق روی دیافراگم Loading Valve (از طریق Selector Switch) باعث پایین آمدن چنگک ها و قرار گرفتن آنها روی Valve Plate می شود و ولوهای ورودی را در حالت باز Unload نگه می دارند تا گازی که وارد کمپرسور می شود دوباره از همان مسیر خارج شود (با بازماندن ولو ورودی گاز نتواند فشار بگیرد) که این کار باعث کم شدن فلو ی کمپرسور می شود.

در مواقعی که کمپرسور به مدت طولانی از سرویس خارج باشد و یا در مواقعی که گاز کثیف باشد ناخالصی های همراه با گاز زیر و اطراف Stem بالا و پایین کننده سیستم چنگک ها نفوذ می کند و باعث جام شدن آن می شود و در شروع راه اندازی نیز کمپرسور در همان حالت بدون بار راه اندازی می شود و با قطع هوای فشرده روی دیافراگم Loading Valve فنر تعبیه شده در زیر چنگک باعث بالا آمدن چنگک ها (بسته شدن ولو) و عمل نمودن آن بر اساس اختلاف فشار بین داخل و بیرون سیلندر می شود که این عمل می تواند به جابجا کردن و فشرده کردن گاز منجر شود.

لازم به توضیح است که وقتی کمپرسور باید از سرویس خارج شود ابتدا Unload می شود و سپس از سرویس خارج می شود به عبارت دیگر در زمانی که کمپرسور از سرویس خارج است سیستم Unloader در حالت Unload است.

### توصیه

۱- هنگام کار روی ولوهای کمپرسورهای رفت و برگشتی که سیستم تغییر بار آنها روی ولوها است حتما Loading Valve ها باید سرویس، دیافراگم آنها چک و از عملکرد آنها اطمینان حاصل شود. چون تقریباً بیشترین مشکلات روی کمپرسورهائی که گاز کثیف را کمپرس می کنند جام شدن Loading Valve ها است.

۲- باتوجه به تعدد ولوهای ورودی احتمال دارد تعداد معدودی از Loading Valve جام باشند.

۳- برای این چنین کمپرسورها توصیه می شود کمپرسوری که از سرویس خارج است هر چند روز یک بار با چرخاندن Selector Switch مکانیزم رابه حرکت در آورد تا از جام شدن آن ممانعت شود.

## خرابی ناگهانی ولوهای کمپرسور C-201

مشکل کمپرسور فوق کاهش ناگهانی فلوی ان درحین کار بود.

### علت

شکسته شدن ناگهانی ولوهای کمپرسور به دلیل ورود مایعات گازی به داخل سیلندر بود که ورود مایعات باعث برخورد آنها با ولوپلیت ها و آسیب رساندن به آنها و شکسته شدن فنرها و از کار افتادن ولوها و نهایتاً عدم کارایی کمپرسور به دلیل کاهش ناگهانی فلوی ان می گردی. شکسته شدن ولوهای کمپرسور می تواند منجر به کاهش ظرفیت گرم کردن و... شود.

ورود مایعات گازی به داخل سیلندر کمپرسور به دلایل زیر اتفاق می افتاد:

- ۱- افزایش ظرفیت واحد و عدم بالا رفتن ظرفیت V-202 که در ان مایعات گازی به دلیل سنگین بودن در اثر نیروی وزن در قسمت ته مخزن جمع می شوند و از گاز جدامی شوند.
  - ۲- مجهز نبودن Snubber ورودی به تراب جهت تخلیه اتوماتیک مایعات گازی.
  - ۳- پایین بودن درجه حرارت گاز وارد شده به کمپرسور بخصوص در فصول سرد.
- مشکل فوق در ابتدا با کمی باز گذاشتن ولو Drain زیر اسنابر حل می شد که باعث می گردید مایعات جمع اوری شده در کف Snubber ورودی همراه با مقدار جزئی گاز خارج شود که از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد. در مرحله دوم با گرم نگه داشتن اسنابر ورودی با بخار اب Steam Tracing و عایق کردن ان انجام شد که باز هم باعث بهبود مشکل و کم شدن خرابی ها گردید.
- لازم به توضیح است که برای ممانعت از ورود مایعات گازی در زمانی که کمپرسور در سرویس نیست در ان جمع می شود باید قبل از راه اندازی این کمپرسورها ابتدا باز گذاشتن ولو Drain اسنابرو باز کردن تدریجی ولو ورودی کمپرسور اجازه داده شود تا ابتدا مایعات جمع شده در لوله ها، مسیرهای Low Point و اسنابر تخلیه شوند و سپس اقدام به باز کردن کامل ولو ورودی و آماده کردن کمپرسور برای راه اندازی اقدام شود.

## کم بودن فلوی کمپرسور C-201

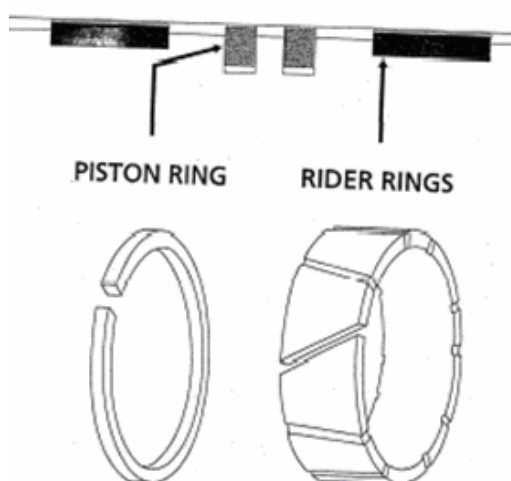
مشکل کمپرسور فوق کم بودن فلوی ان بود.

### علت

- ۱- به دلیل بالا رفتن ظرفیت واحد تبدیل کاتالیستی نیاز به بیشتر شدن ظرفیت کمپرسورهای فوق بود.
- ۲- طی بررسی های انجام شده امکان کم کردن کلرنس های دو طرف پیستون نبود (چون کلرنس هاروی حدمینیمم بودند).
- ۳- راه دیگری نیز به غیر از بالا بردن دور کمپرسور یا تعویض ان به نظر نمی رسید که نیاز به صرف هزینه های سنگین بود.

### اقدام اصلاحی

طی بررسی های انجام شده روی پیستون ملاحظه شد که پیستون طوری طراحی شده است که پیستون رینگ هادرو وسط پیستون (بین راید رینگ ها) قرار گرفته اند. و لذا برای کم کردن حجم مرده سیلندر که دقیقا می تواند منجر به افزایش ظرفیت کمپرسور شود، تصمیم به جابجا کردن رینگ هاروی پیستون گرفته شد که با تغییراتی که روی قسمت وسط پیستون داده شد محل شیار پیستون رینگ ها به طرف لبه های پیستون منتقل شد (و راید رینگ هادرو وسط قرار گرفتند) که این کار باعث گردید حجم نسبتا زیادی (فضای بین پیستون و داخل سیلندر در طول پیستون) از فضای سیلندر کم شود و به اندازه همین حجم ظرفیت کمپرسور افزایش پیدا کند که این کار بصورت آزمایشی روی یک عدد پیستون انجام شد که نتیجه ان کاملا در حد مطلوب بود.

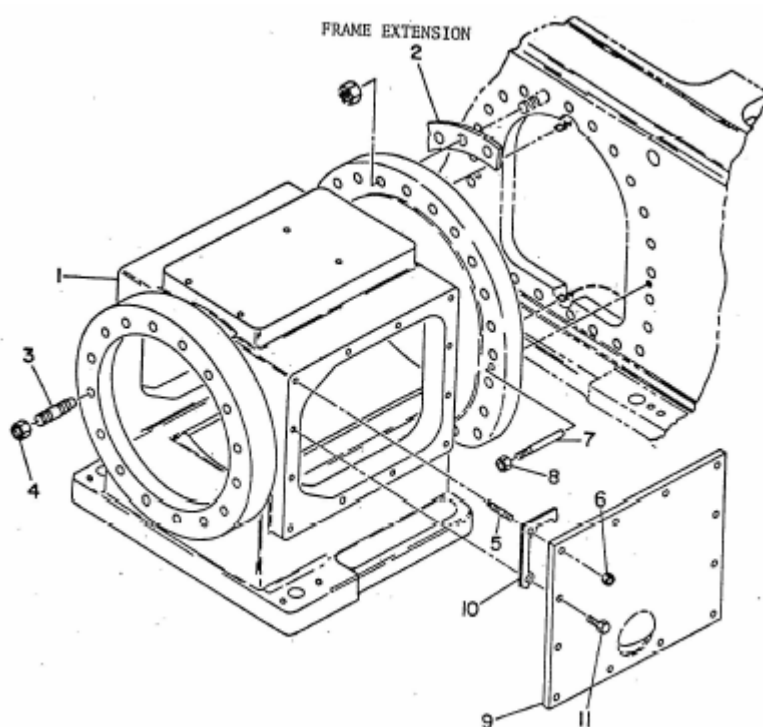


## بریدن پیچ های سیلندر C-601

در طی سال های گذشته بارهای پیچ های متصل کننده سیلندرهای مرحله دوم و سوم کمپرسورهای فوق به قسمت Yoke آنها در حین کاربری شده است که منجر به از سرویس خارج شدن کمپرسور و بیرون آوردن قسمت بریده شده پیچ های فوق که در Yoke باقی مانده به روش های جوشکاری و..... گردیده و در بعضی از مواقع که پیچ ها از قسمت کف بریده شده اند اجباراً باز کردن سیلندر و سپس باز کردن Yoke و ارسال به کارگاه جهت دریل کاری و..... که بیش از یک هفته بطول می انجامیده مشکل مرتفع می شد.

### علت

بررسی های انجام شده مشخص نمود که علت اصلی بریدن پیچ ها که تحت تنش های فشاری - کششی زیادی قرار دارند به دلیل خستگی آنها پس از سالها کار بوده است که با تعویض کلیه آنها در هر تعمیرات اساسی و استفاده از پیچ های جدید مشکل حل شد.



## نشتی گاز هیدروژن از کاورهای کمپرسور C-602

پس از تعمیرات اساسی یکی از کمپرسورهای ۶۰۲ و راه اندازی واحد مشاهده شد که مقدار جزئی نشتی گاز هیدروژن از زیر محل نشیمنگاه کاور طرف داخلی به طرف بیرون کمپرسور وجود دارد.

### مشخصات کمپرسور

۱- کمپرسور گریز از مرکز پنج مرحله ای.

۲- نوع کمپرسور بشکه ای

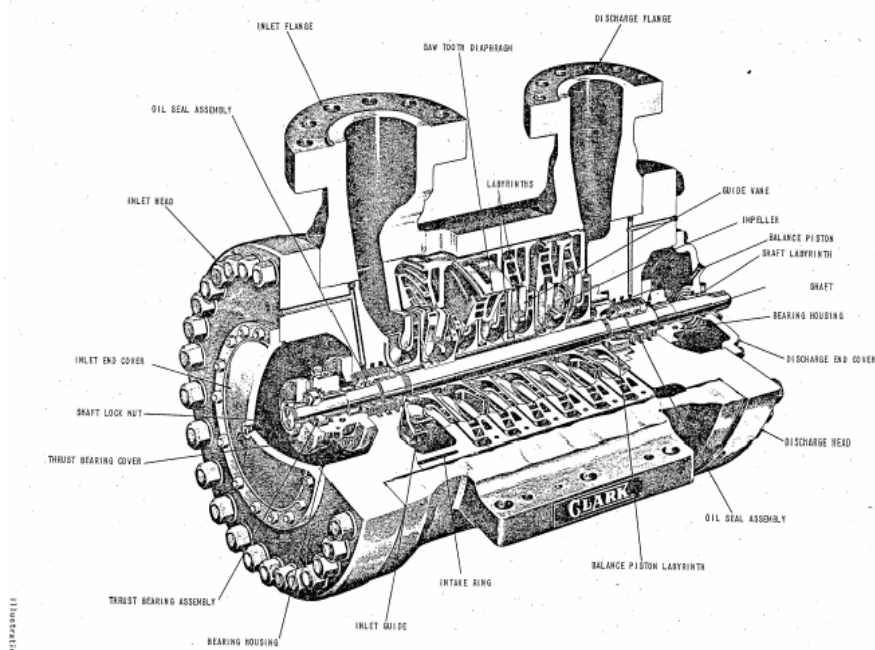
۳- گاز کمپرس شونده هیدروژن.

۴- سرویس ان گاز گردشی راکتورهای ایزوماکس.

۵- فشار ورودی ۱۷۵ بار.

۶- فشار خروجی ۲۰۰ بار.

باتوجه به این که نشتی گاز مربوط به کاور قسمت خروجی (فشار بالا) کمپرسور بود باعث ایجاد نگرانی های زیادی در ارتباط با ادامه کاران شده بود و این نگرانی ها تا مرز بسته شدن واحد نیز پیش رفت.



### اقدامات انجام شده

باتوجه به این که کاور طرف داخلی نه تنها دران تعمیرات اساسی بلکه در تعمیرات های اساسی قبلی نیز باز نشده بوده سالم بودن (صدمه ندیدن در هنگام نصب) اورینگ اب بند کننده بین کاور و بدنه اطمینان کامل بود و به این دلیل که در اثر بالا رفتن فشار و نفوذ ذرات جامد زیر اورینگ می تواند باعث جلوگیری از نشتی شود تصمیم به ادامه کار کمپرسور گرفته شد که تجربه نیز مبین آن شد و با بالا رفتن فشار میزان نشتی به مرور کاهش پیدا کرد و پس از چندین ساعت کار هیچ اثری از نشتی وجود نداشت.

## نشستی سیل کمپرسور C-602

پس از تعمیرات اساسی یکی از کمپرسورهای فوق باتوجه به نو کردن سیل های گاز دو طرف کمپرسور به دلیل از دست رفتن سیل هادرچین راه اندازی کمپرسور از سرویس خارج گردید و باعث Shut Down واحد ایزوماکس شد.

### علت

پس از بررسی های متعدد مشخص شد که به دلیل Level نگر رفتن روغن در داخل تراپ این عمل اتفاق است که ضمن بررسی های بعدی روشن شد که این اتفاق به علت تنظیم نبودن کنترل ولوهای تنظیم سطح مایع داخل تراپ بوده است.

لازم به توضیح است که اگر تراپ تنظیم نباشد (روغن در داخل تراپ حبس نمی شود) و از داخل تراپ بیرون می رود و باعث می گردد بافر گاز نیز با آن بیرون برده شود که این خود باعث می گردد فشار محفظه ای که روغن و گاز در آنجا از هم جدامی شوند کاهش پیدا کند و باعث وارد شدن روغن بیشتر به این محفظه گردد که این نیز باعث نرسیدن روغن به سیل رینگ بیرونی سیل روغنی Outer Seal Ring و نهایتاً عدم روانکاری آن و سوختن آن می شود (از بین رفتن بایت و زیاد شدن کلرنس سیل رینگ) که این نیز باعث فرار روغن بیشتر به طرف بیرون کمپرسور می شود و باتوجه به محدود بودن ظرفیت پمپ های سیل اوایل باعث افت کردن فشار روغن سیل اوایل و نهایتاً نرسیدن روغن به سیل های طرف دیگر و سوخته شدن تمامی سیل رینگ های دو طرف کمپرسور و به دنبال آن خرابی محور (سیلیوزیر محل قرار گیری سیل رینگ ها) و ..... می شود.

## خرابی تدریجی سیل کمپرسور C-602

درحالی که کمپرسور فوق در شرایط نرمال کار می کرد پمپ سیل اویل فشار بالای H.P Seal Oil ان که گرداننده ان توربین بخار بود از سرویس خارج گردید تا پمپ موتور در سرویس قرار گیرد و از ان لرزه نگاری شود پس از از سرویس خارج شدن پمپ توربینی ملاحظه شد که پمپ برقی قادر به تامین کردن فشار سیل اویل نمی باشد مجدداً پمپ توربینی در سرویس قرار گرفت و پس از بررسی های اولیه (تمیز کردن صافی ورودی و فیلترها) تصمیم به ارسال ان به کارگاه برای بررسی و تعمیرات اساسی ان گردید که پس از باز شدن پمپ در کارگاه و اندازه گیری های اولیه ملاحظه شد که پمپ مشکلی ندارد که مجدداً به واحد منتقل و پس از نصب در سرویس قرار گرفت که مشکل حل نشده بود. و اجباراً پمپ توربینی در سرویس قرار گرفت که پس از اندازه گیری دوران ملاحظه شد که دور ان حدود ۳۱۰۰ دور در دقیقه است و این درحالی بود که دور پمپ برقی حدود ۲۹۵۰ دور در دقیقه بود و این مبین این مطلب بود که برای اب بندی گاز نسبت به قبل به مقدار بیشتری روغن نیاز است که پمپ برقی قادر به تامین ان نمی باشد ولی با بالابردن دور توربین این کار عملی می شد که شرایط بوجود آمده برای عملیات قابل قبول نبود زیرا در صورت Fail کردن پمپ اصلی (توربینی) امکان ادامه کار کمپرسور با پمپ برقی امکان پذیر نمی شد و باعث اختلال شدید عملیاتی می شد.

### علت

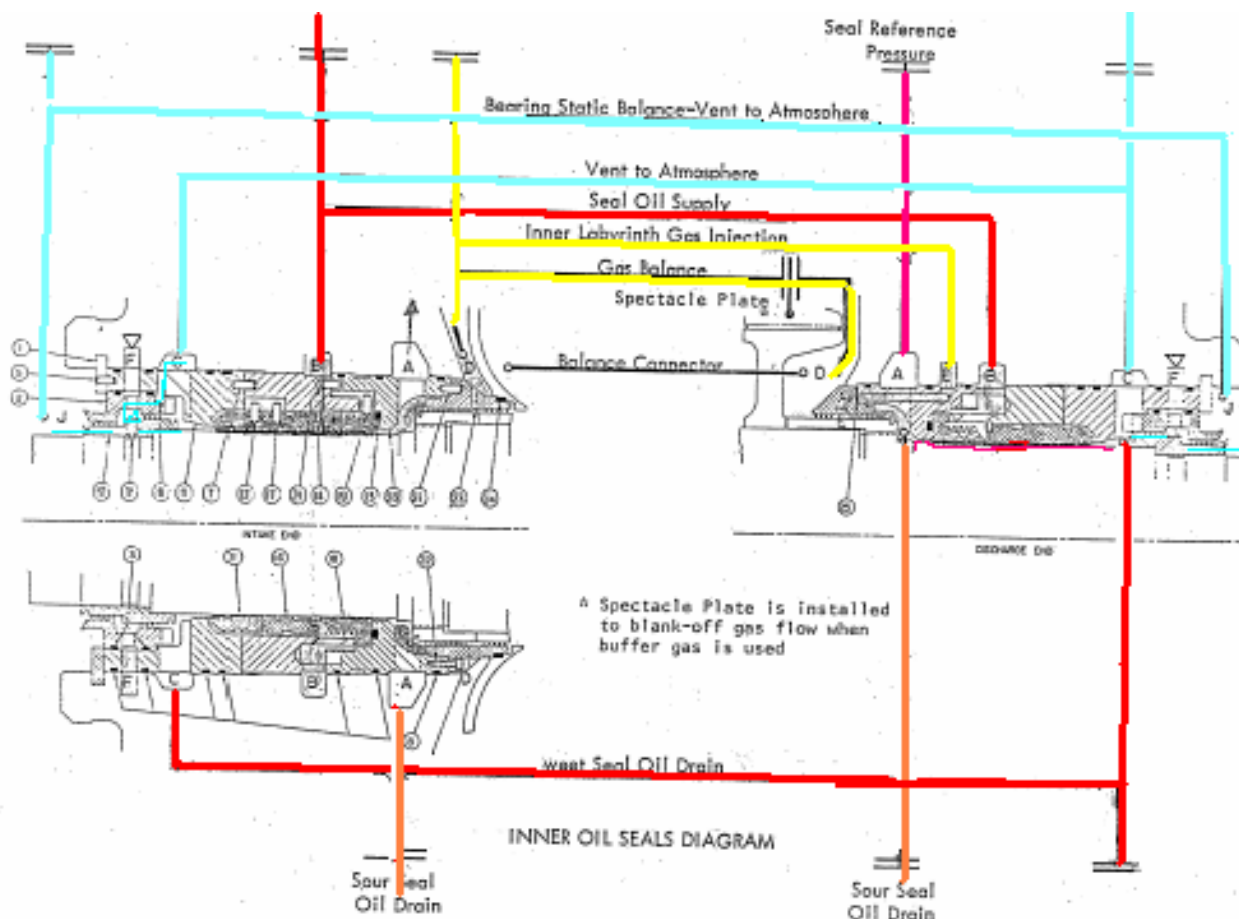
علت نیاز به روغن بیشتر برای اب بندی چیزی به جز زیاد شدن کلرنس سیل رینگ های اب بند کننده نبود و لذا تصمیم به بستن واحد و باز کردن کمپرسور جهت باز کردن سیل ها گردید. که این کار چند روز بعد پس از آماده نمودن امکانات لازم انجام گردید و پس از باز شدن کمپرسور و باز شدن سیل ها این امر تأیید گردید و ملاحظه شد که کلرنس Outer & Inner Seal Ring ها افزایش پیدا کرده و روی محور نیز حالت خط افتادگی پیدا کرده است.

### اقدام اصلاحی

پس از بررسی های بعدی مشخص شد که این مشکل به دلیل گرفتگی در مسیر لوله بافر گاز که از کمپرسورهای ۶۰۱ سیل ها تزریق می شود بوجود آمده است که این مسیر بطور کامل تمیز کاری (جت) گردید.

لازم به توضیح است که گرفتگی در مسیر بافر گاز باعث کاهش یافتن فشار بافر گازی شود که نتیجه ان منجر به کاهش فشار در محفظه ای که روغن و گاز از هم جدامی شوند می گردد و کم شدن فشار این ناحیه ابتدا باعث جریان یافتن بیشتر روغن سیل اویل به این محفظه می شود (زیاد شدن LOSS روغن) و نتیجه ان کم شدن فلوی روغن بطرف بیرونی سیل ها (طرف اتمسفر) و اختلال در روغنکاری سیل رینگ بیرونی و ایجاد سایش تدریجی و افزایش کلرنس می گردد که

برای جبران Release روغن نیاز به فلوئید بیشتر روغن می باشد که با توجه به ثابت بودن دور پمپ برقی امکان تامین آن میسر نمی بود.



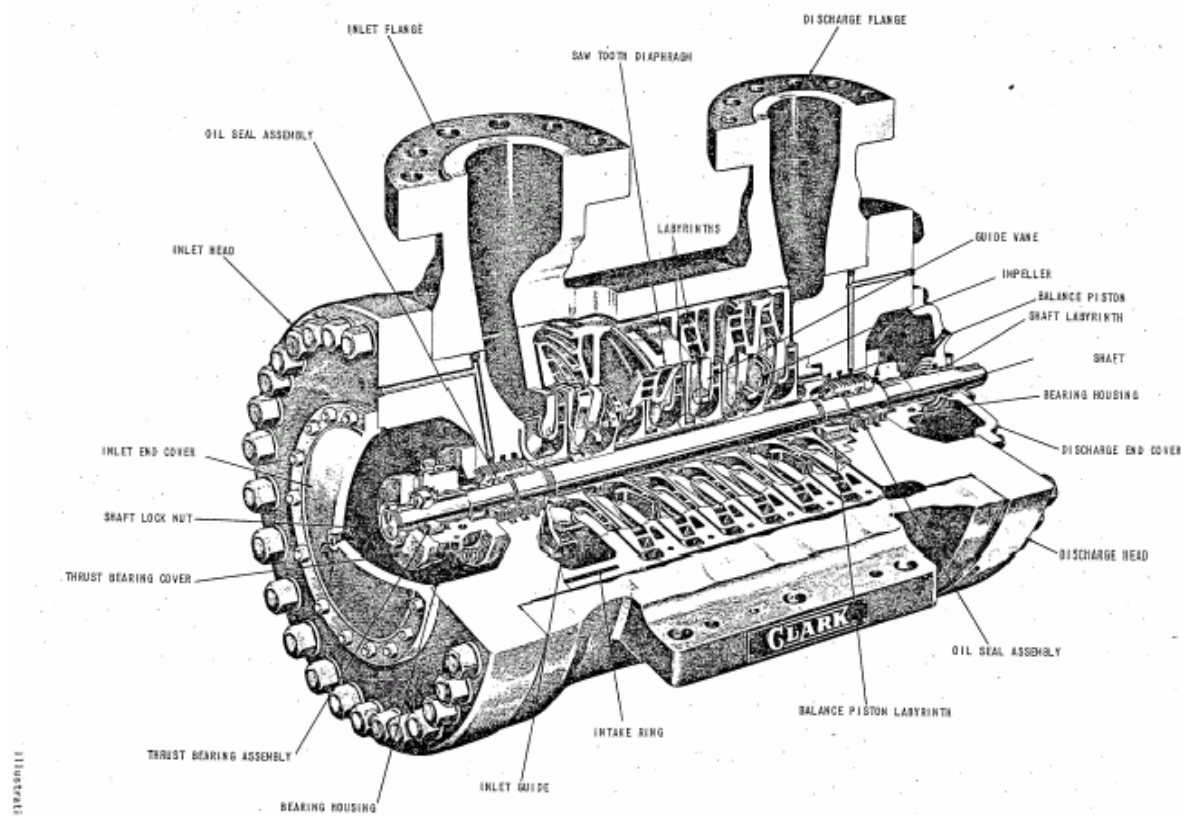
لازم به توضیح است که با توجه به پایین بودن کلرنس سیل رینگ ها در صورتی که فشار روغن کاهش پیدا کند بیشترین خسارت روی Outer Seal بوجود می آید و باعث سوختن آن خواهد شد.

#### نکته

با توجه به موارد عنوان شده و شواهد امر گرفتگی مسیر بافر گاز در مدت زمانی تقریباً طولانی و بصورت تدریجی اتفاق افتاده که نتیجه آن نیز خرابی تدریجی سیل رینگ ها بوده بطوری که حتی عملیات واحد نیز تا قبل از تعویض پمپ سیل اوایل متوجه آن نشده بود. البته بافر گازی که از کمپرسورهای ۶۰۱ و ۶۰۲ طرف کمپرسور ۶۰۲ جریان دارد گاز کاملاً تمیزی است ولی گذشت زمان تقریباً طولانی از عبور گاز از این مسیر و خوردگی ها و ذرات جامد موجود در گاز باعث نیمه مسدود شدن این مسیر شده است. و لذا توصیه بر این است که در حین تعمیرات اساسی واحدهای ایزوماکس حتماً این مسیر جت زده شود.

## نشتی سیل کمپرسور 602

پس از تعمیرات اساسی واحد ایزوماکس ملاحظه شد که یکی از سیل های کمپرسور نشتی دارد البته لازم به توضیح است که سیل ها و همچنین رتور و بندل در تعمیرات اساسی تعویض شده بودند.



## اقدامات انجام شده

- ۱- باز کردن و بررسی تک تک سیل ها (سیل رینگ ها).
  - ۲- تعویض کامل سیل رینگ های دو طرف (در چند مرحله).
  - ۳- بررسی شرایط عملیاتی.
  - ۴- اندازه گیری دقیق کلرنس ها.
  - ۵- که هیچ مشکل خاصی مشاهده نشد.
- موارد فوق دوبار انجام شد ولی مشکلی مشاهده نشد.

## علت

پس از بررسی های بعدی ملاحظه شد که علت نشتی مربوط به سوخته شدن اورینگ زیر Sleeve محل قرارگیری سیل ها بود که اسباب دیدن این اورینگ باعث می شد گاز از زیر سیل عبور و به طرف بیرون منتقل شود.

لازم به توضیح است که سیلیو بصورت پرسی و گرم نمودن آن و سرد کردن محور روی محور نصب می شود در این حالت اورینگ در داخل سیلیو قرار داده می شود (برای آب بندی بین سیلیو و محور) و سیلیو روی محور نصب می شود سپس رتور روی ماشین تراش یا سنگ به اندازه مطلوب سایز می شود.

علت نشت گاز از داخل کمپرسور به دلیل سوخته شدن اورینگ زیر سیلیو در حین نصب آن بود که باعث می شد در حین بالا رفتن فشار داخل کمپرسور با توجه به سالم بودن سیل های اصلی گاز از طریق زیر سیلیو بطرف بیرون نشت پیدا کند که با تعویض و نصب رتور جدید مشکل مرتفع شد.

## نشتی سیل کمپرسور C-602

در حین کار کمپرسور در حین راه اندازی واحد ایزوماکس در حالتی که پمپ های Seal Oil نیز در سرویس بودند مقدار زیادی روغن از مسیرهای عسائی Vent دو طرف کمپرسور خارج گردید که مشخص کننده خرابی سیل بود.

### اقدامات انجام شده

- ۱- باز کردن کامل سیل های دو طرف
- ۲- بررسی موقعیت قرار گیری سیل رینگ ها
- ۳- مشاهده فرسایش شدید روی کلیه سیل رینگ های دو طرف
- ۴- خرابی و فرسایش روی محل قرار گیری سیل رینگ ها روی محور (سیلیو) و.....

### علت

کم بودن فشار روغن روی سیل رینگ ها به دلیل کم بودن دور توربین Seal Oil

### توضیح

باتوجه به این که فشار کمپرسورهای گریز از مرکز سیرکوله کننده گاز هیدروژن در راکتورهای واحد ایزوماکس باید به تدریج بالا آورده شود طبقا فشار روغن سیل کننده نیز باید به همان تناسب بصورت تدریجی باز یاد کردن دور توربین های پمپ های سیل اوایل بالا بردن دور صورتی که فشار کمپرسور افزایش پیدا کرده باشد ولی فشار روغن سیل کننده افزایش پیدا کرده باشد افت فشار روغن باعث می شود به سیل رینگ های دو طرف بیرونی Outer Seal Rigs روغن کمتری برسد و باعث ایجاد اصطکاک و سایش در این قسمت ها شود و نهایتا سیل رینگ ها سریع ساییده می شوند که این خود باعث می شود کلرنس بین سیل رینگ و محور افزایش پیدا کند و باعث ایجاد افت فشار برای بقیه سیل رینگ ها و نهایتا عدم روانکاری مناسب و آسیب دیدن کلیه سیل رینگ ها و سایش محور گردد.

لازم به توضیح است که در حین راه اندازی این کمپرسور ها برای تنظیم نمودن فشار روغن سیل اوایل که باید حدود سه تا پنج PSI بیشتر از فشار بافر گاز باشد روغن وارد Top Tank می شود و این اختلاف فشار توسط هد تاپ تانک حاصل می گردد و در صورتی که فشار خروجی از پمپ سیل اوایل بالا باشد (دور پمپ زیاد باشد) باعث بالا رفتن سطح روغن در Top Tank می شود و فشار روغن افزایش پیدا می کند (بیشتر از فشار بافر گاز می شود) و باعث وارد شدن روغن به داخل کمپرسور می گردد به همین دلیل در حین راه اندازی کمپرسور یا دور توربین سیل اوایل به آرامی بالا آورده می شود و یا

دورتوربین روی ۳۰۰۰ دور در دقیقه تنظیم می شود و با باز نمودن مسیریای پاس Top Tank روغن مجدداً به طرف مخزن برگردانده می شود که غالباً از روش دوم استفاده می شود.

نکته: بیشترین مشکلات خرابی سیل هاروی کمپرسورهای گریز از مرکز گاز گردش مربوط به کمپرسورهائی است که دارای سه عدد سیل رینگ می باشند (مثل کمپرسورهای ۶۰۲) و مشکلات روی کمپرسورهای که دو عدد سیل رینگ دارند (مثل کمپرسورهای ۲۵۱) به مراتب کمتر است زیرا روغن از وسط دو سیل رینگ وارد سیل رینگ هائی می شود و حتی با افتادن فشار روغن وضعیت تمامی چهار سیل رینگ دو طرف کمپرسور با هم مشابه هستند و وقت بیشتری برای رفع مشکل کاهش فشار روغن وجود دارد ولی در کمپرسورهای ۶۰۲ با توجه به فاصله زیاد سیل رینگ های بیرونی از محل ورود روغن به سیل ها و با توجه به این که مقدار زیادی از فشار روغن در سیل رینگ میانی افت پیدا می کند وضعیت سیل رینگ های بیرونی بحرانی می باشند.

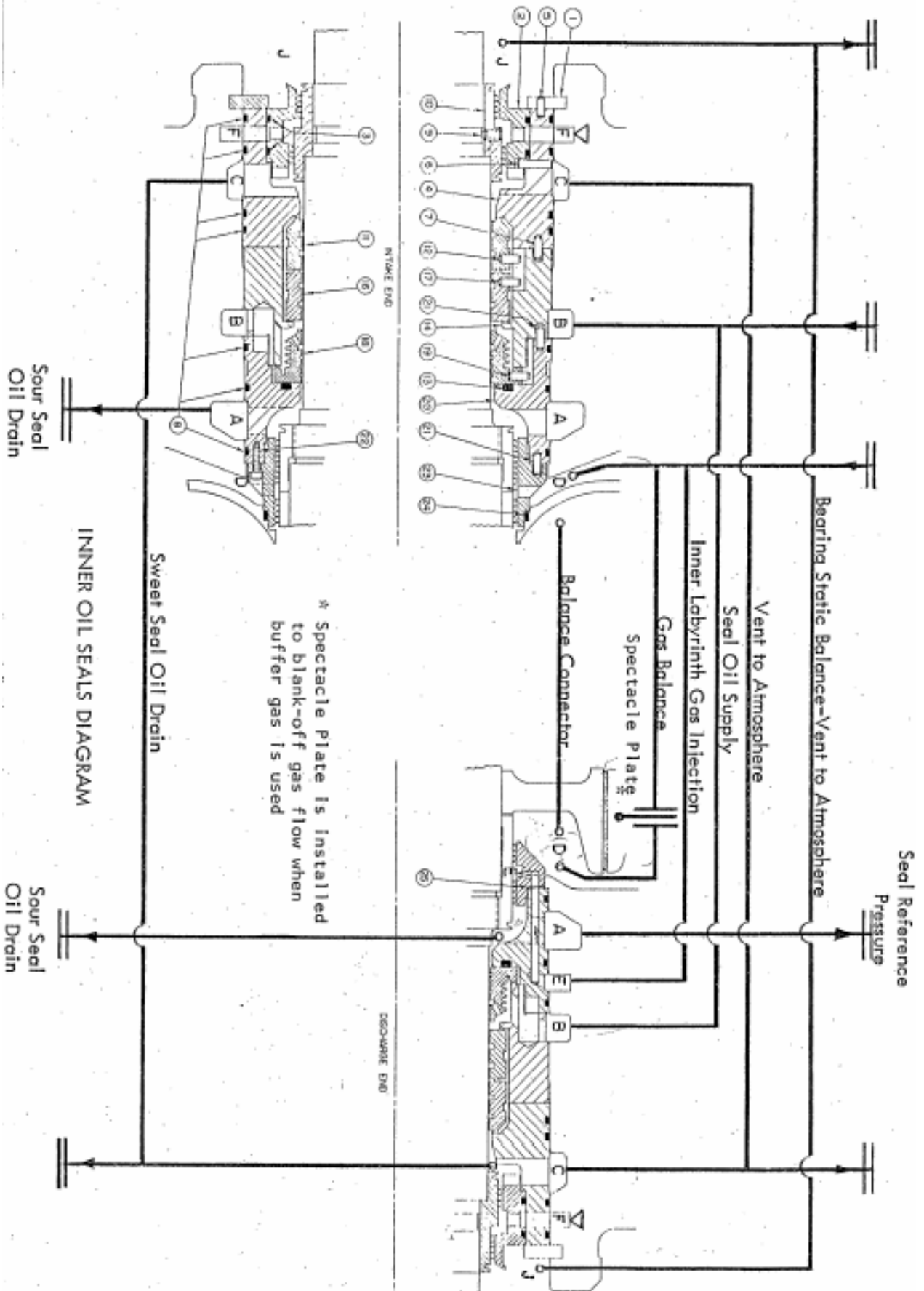


FIG. O. 1

## کم شدن تدریجی دور توربین کمپرسور CT-602

مشکل توربین فوق کم شدن تدریجی دور توربین و عدم امکان افزایش دور آن بود.

### علت

علت آن به دلیل نامناسب بودن بخاروگری اورکردن بویلرهای تولیدبخار بود که باعث می شد ناخالصی های موجود در بویلر به همراه بخار روی پره ها و نازل های توربین رسوب کنند و رانندگی و دور توربین را پایین بیاورد.

### اقدام اصلاحی

راه حل مشکل شستشوی داخلی توربین با آب کندانس و چرخاندن آن در دور آرام بود. روش کار به این صورت بود که پس از بسته شدن و سرد شدن تدریجی توربین از قسمت تخلیه Drain توربین یک لاین آب کندانس و از مسیر کنار گذر ورودی Warm Up Line نیز بخار وارد توربین می شود که مجموع این دو از قسمت خروجی (باز نمودن Safety Valve خروجی) خارج می شود و تا زمانی که Conductivity آب خارج شده از توربین که مبین رسوبات موجود در توربین است به حد مجاز نرسد پروسه شستشوی ادامه پیدامی کند (نتایج آزمایشگاه میزان ناخالصی و سختی آب را اندازه گیری و گزارش می کند).

البته لازم به توضیح است که این مشکل در یک فاصله زمانی تقریباً در اکثر توربین ها اتفاق می افتاد. که عامل بوجود آورنده آن نامناسب بودن مواد شیمیائی (بخصوص ضد کف) بوده که به آب ورودی به بویلر تزریق می شد.

## خارج نشدن روغن از تراب کمپرسور C-251

در حین کار کمپرسور فوق ملاحظه شد که وضعیت سیل ها خوب است و کاراب بندی رابه نحو احسن انجام می دهند ولی باتوجه به Level داشتن تراب طرف داخلی کمپرسور (سیل قسمت فشار بالا) مقدار Loss روغن نسبت به قبل و همچنین نسبت به سیل طرف ورودی گاز (طرف تراست) خیلی ناچیز است ولی خارج شدن روغن از طریق Sight Glass مسیر تخلیه روغن بطرف مخزن روغن کاملاً مشهود بود.

### اقدامات انجام شده

۱- تغییر Level روغن Top Tank و رساندن آن از ۳ به ۵۰ درصد بود که تاثیری روی Loss روغن نداشت.

۲- ارسال تراب به کارگاه جهت بررسی

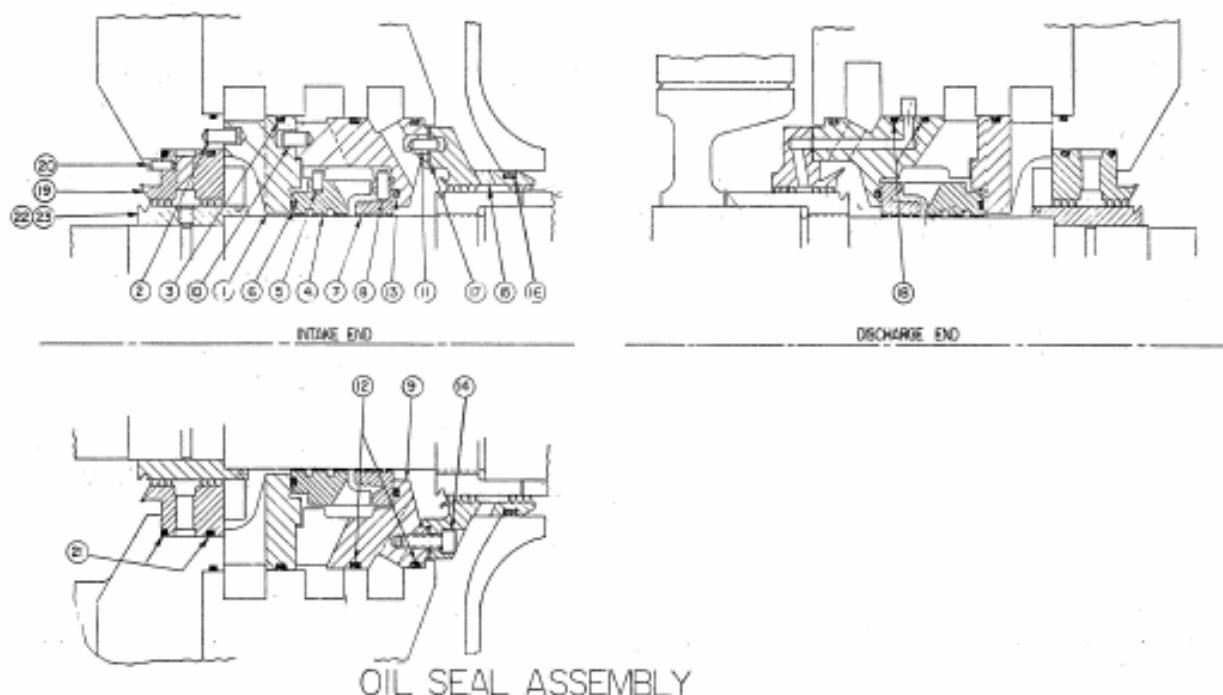
لازم به توضیح است که برخلاف کمپرسورهای ۶۰۲ واحد ایزوماکس که Buffer Gas آن از کمپرسورهای ۶۰۱ تامین می شود و وظیفه آن ممانعت از وارد شدن روغن به داخل کمپرسور است Buffer Gas وارد شده از کمپرسورهای ۶۰۱ به دو شاخه تقسیم می شود که یک شاخه آن وارد لایبرینت های سیل طرف داخلی و شاخه دیگران بین لایبرینت های سیل طرف خارجی وارد می شود که شاخه هائی از گاز خارج شده از لایبرینت ها وارد طرفین کمپرسور می شود و شاخه های دیگران بطرف بیرون کمپرسور حرکت می کند که فشار روغن سیل اوایل با آن مقابله می کند (به دلیل بالاتر بودن فشار روغن) و از بیرون رفتن آن ممانعت می کند و.....

در کمپرسورهای ۲۵۱ به دلیل تمیز بودن گاز کمپرسور از Buffer Gas استفاده نمی شود و چون در قسمت خروجی کمپرسور (طرف فشار بالا) فشار گاز بیشتر از فشار سیل اوایل است روغن نمی تواند وارد کمپرسور شود و در قسمت ورودی (فشار پایین) نیز توسط گازی که از پشت بالانس پیستون منشعب شده و فشار آن به مراتب کمتر از فشار خروجی کمپرسور است (زیرا پشت بالانس پیستون توسط بالانس لاین به قسمت ورودی کمپرسور یا قسمت کم فشار متصل است و باعث می گردد گازهای وارد شده از طریق زیر لایبرینت های بالانس پیستون به این محفظه از طریق بالانس لاین بطرف ورودی مکیده شود و اختلاف فشار جزئی بین محفظه پشت بالانس پیستون و فشار ورودی وجود داشته باشد) بین لایبرینت های سیل طرف کم فشار (طرف تراست) تزریق شود که یک شاخه آن وارد کمپرسور می شود و شاخه دیگران بطرف بیرون کمپرسور حرکت می کند و از ورود روغن به کمپرسور جلوگیری می کند و چون فشار روغن کمی بیشتر از فشار گاز است در حد فاصل این ناحیه ترکیبی از گاز و روغن بوجود می آید (که گاز به دلیل سبک تر بودن از قسمت بالای این محفظه بطرف Flare هدایت می شود و روغن به دلیل سنگین تر بودن وارد تراب می شود). به عبارت

دیگر برخلاف کمپرسورهای ۶۰۲ بین لایبرینت های طرف فشار بالای این کمپرسورها هیچ گازی تزریق نمی شود و فشار دو طرف لایبرینت ها ثابت است و تنها کاری که لایبرینت ها انجام می دهند جلوگیری از ورود روغن به طرف پشت بالانس لاین که فشار این محفظه با فشار ورودی کمپرسور اختلاف جزئی دارد.

### علت

باتوجه به تغییراتی که در واحد داده شده است (نصب مبدل های حرارتی نوع صفحه ای که مقدار افت فشار آن نسبت به مبدل های قدیمی بسیار کمتر است) می توان نتیجه گرفت که علت اصلی کم شدن LOSS روغن به دلیل کم شدن فشار ورودی کمپرسور است (در اثر کم شدن افت فشارها) که باعث می شود فشار پشت بالانس پیستون کاهش بیشتری پیدا کند و به دلیل خرابی های جزئی که روی لایبرینت های طرف داخلی بوجود آمده باعث مکش روغن از زیر لایبرینت ها به طرف پشت بالانس پیستون (قسمتی که به توسط بالانس لاین به قسمت ورودی کم فشار متصل می شود) و از آنجا وارد کمپرسور می شود و با گاز وارد شده به کمپرسور مخلوط می شود و چون مقدار آن خیلی زیاد نیست مشکل ارتعاشی نیز بوجود نمی آورد.



## خرابی سیل روغنی C-251

در یکی از تعمیرات های اساسی کمپرسور پس از اتمام تعمیرات اساسی واحد و راه اندازی کمپرسور فوق پس از مدت زمان کمی که کمپرسور در سرویس بود به دلیل نشتی زیاد روغن و گاز از سیل ها کمپرسور از سرویس خارج شد و باعث بسته شدن واحد گردید. لازم به توضیح است که در ساختمان سیل های کمپرسور های فوق به دلیل پایین بودن فشار آنها فقط از دو عدد سیل رینگ روغنی استفاده شده است (برخلاف کمپرسور های ۶۰۲ که سه عدد سیل رینگ دارند).

### علت

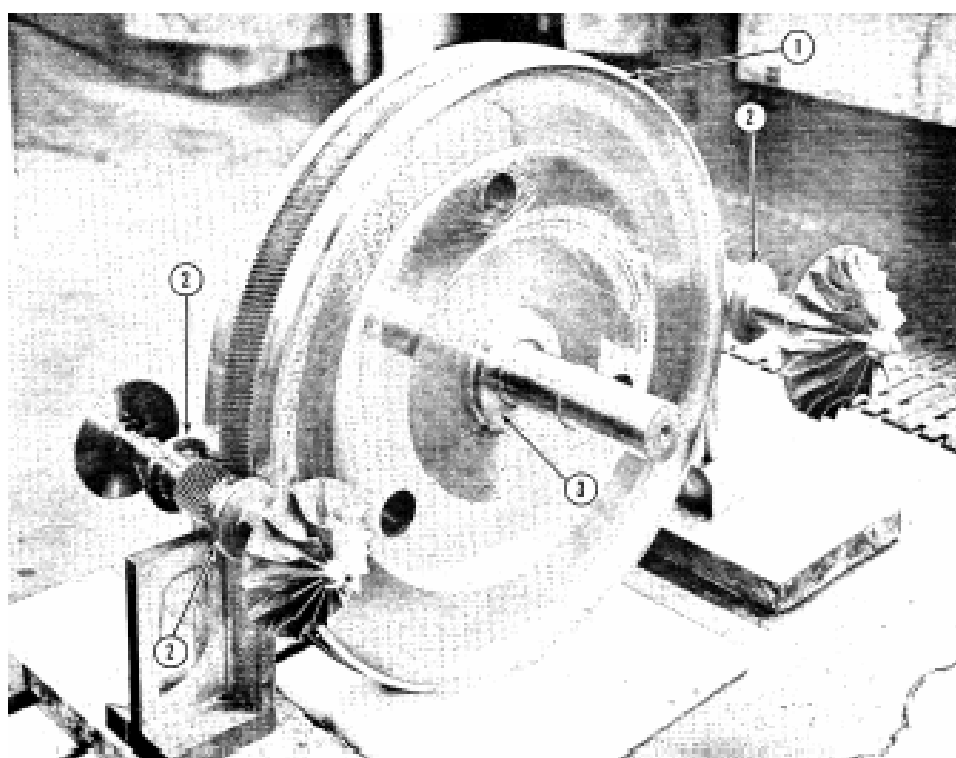
پس از بررسی های انجام شده مشخص شد که دلیل اصلی سوختن و خرابی سیل ها به علت نرسیدن روغن به سیل رینگ ها به دلیل پایین رفتن ارتفاع روغن در داخل Top Tank ناشی از عمل نکردن کنترل کننده های تنظیم کننده Level و نهایتا پایین رفتن سطح روغن بوده که منجر به افتادن فشار روغن سیل اویل (کم شدن اختلاف فشار بین روغن و گاز) و نفوذ گاز بجای روغن زیر سیل رینگ ها شده بود که به دلیل عدم روانکاری باعث سوخته شدن سیل رینگ ها و افزایش کلرنس آنها و افتادن بیشتر فشار روغن و نرسیدن روغن به بقیه سیل رینگ ها گردید.

## بریدن و قیچی کردن پینیون های کمپرسور C-2403

مشکل کمپرسور فوق قیچی کردن پینیون های ان پس از تعمیر و در حین راه اندازی بود که باعث ایجاد خسارت های زیاده کمپرسور می گردید.

### مشخصات کمپرسور

- ۱- کمپرسور گریز از مرکزی با پروانه نیمه باز
- ۲- کارخانه سازنده CLARK
- ۳- کمپرسور چهار مرحله ای که روی هر پینیون دو عدد پروانه نصب می شود.
- ۴- گاز کمپرس شونده هوا.
- ۵- دور پینیون Low Speed حدود ۳۶۰۰ و دور پینیون High Speed ۴۸۰۰ دور در دقیقه.
- ۶- سیستم گرداننده توربین بخار-الکترو موتور.
- ۷- نوع یاتاقان Title Pad



MOCK-UP, ROTATING COMPONENTS

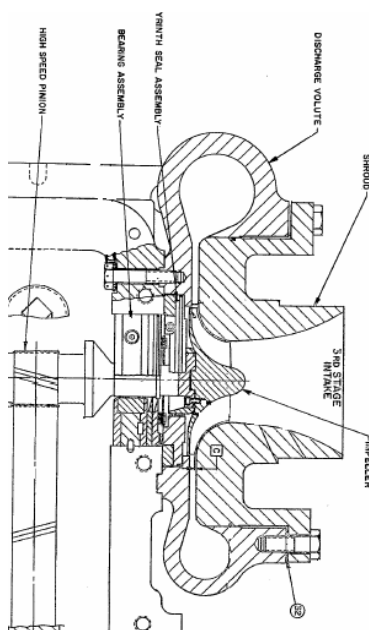
### علت

کم بودن فاصله بین پروانه ها و Shroud ها  
باتوجه به این که کلیه فواصل پروانه های مراحل مختلف کمپرسور با Shroud های مربوطه طبق توصیه های کارخانه سازنده کمپرسور تنظیم می شد ولی در حین راه اندازی به دلیل انبساط طولی

محوروپره های روی پروانه باعث می گردید پروانه ها (یا یکی از پروانه ها) با Shroud تماس پیدا کنند و داخل هم گیر بیفتند و باعث بریدن پینیون و ایجاد خسارت های زیاد روی کمپرسور گردند.

#### نکته

در کمپرسورهای فوق فاصله بین لبه جلوئی پروانه باندنه کمپرسور Shroud حائز اهمیت است و به دلیل ازاد بودن سرپره های روی پروانه امکان برگشت هوای فشرده شده از قسمت فشار بالای پروانه HP بطرف قسمت فشار پایین پروانه LP وجود دارد و می تواند باعث کم شدن فشار و فلوی کمپرسور شود برای تنظیم کردن فاصله بین پروانه و Shroud از واشرهای با ضخامت مناسب که بین Shroud و باندنه قرار می گیرد استفاده می شود و روش کار به این صورت است که برای هر مرحله از کمپرسور ابتدا کلیه حرکت های محوری (پینیون و بول گیر) بطرف Shroud داده می شود (درجهت کم کردن فاصله) و سپس با بستن پیچ های روی کاور Shroud بطور متناسب فاصله بین Shroud و پروانه کم می شود تا به صفر رسانده شود (پینیون حرکت نکند) در این حالت فاصله بین Shroud و باندنه توسط فیلر گیج اندازه گیری می شود و واشر هایی با ضخامت عدد بدست آمده به علاوه کلرنس داده شده توسط کارخانه سازنده ساخته می شود و پس از باز کردن Shroud بین آن و باندنه قرار می گیرد و پیچ ها محکم می شوند.

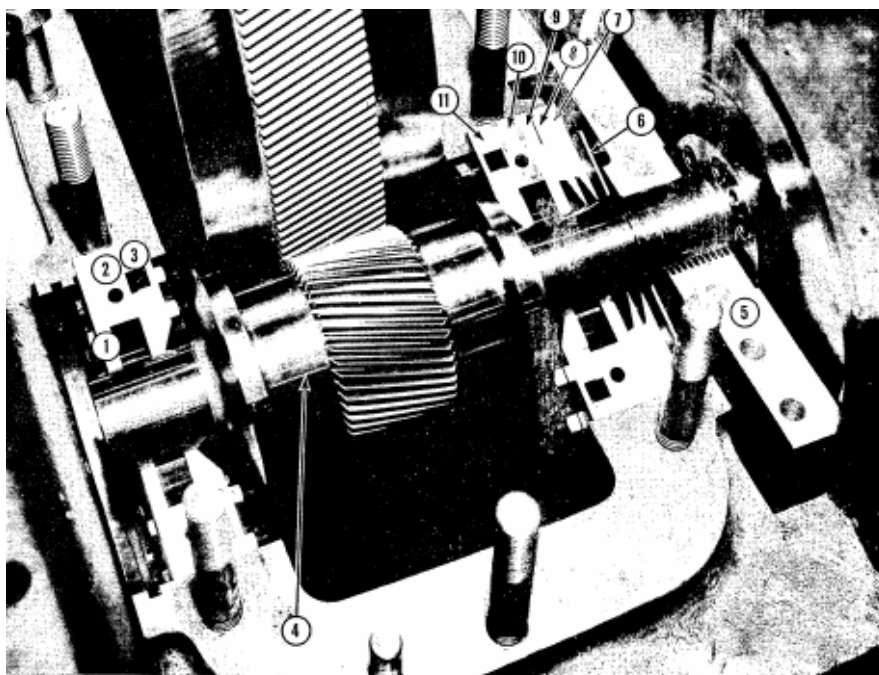


باتوجه به قیمت های فوق العاده زیاد قطعات این کمپرسورها و مشکل بودن تامین آنها و با عنایت به این که زیاد شدن فاصله پروانه ها از Shroud تاثیر بسیار جزئی روی راندمان کمپرسور دارد برای جلوگیری از ایجاد خسارت، این فواصل روی کمپرسورها کمی بیشتر از مقدار توصیه شده توسط کارخانه سازنده تنظیم گردید که باعث مرتفع شدن کلی مشکل گردید.

لازم به توضیح است که عمل کردن مطلق به اعداد و ارقام ارائه شده توسط کارخانه سازنده می تواند منجر به چنین مسائلی گردد.

## نشستی روغن از سیل های روغن C-2401

کمپرسور فوق (کارخانه سازنده کلارک) به دلیل نشستی روغن از سیل های روغنی ان که از نوع لایبرینتی است در اختیار تعمیرات قرار گرفت روغن های نشست شده از زیر لایبرینت ها همراه با هوای نشست شده از لایبرینت های هوا مخلوط و باعث پاشیدن ان به اطراف کمپرسور می شد. که پس از برداشتن کاور کمپرسور بررسی سیل ها به دلیل خرابی انها و کم شدن ارتفاع لبه دندانه های انها تعویض گردید.



LOW SPEED PINION BEARINGS IDENTIFICATION

ولی پس از تعویض لایبرینت ها و راه اندازی کمپرسور باز نشستی روغن ادامه داشت.

### علت

عدم تخلیه روغن های وارد شده به لایبرینت ها از طریق سوپاپ درین این مشکل با بزرگتر کردن سایز سوپاپ مسیر تخلیه روغن در قسمت پایینی لایبرینت روغن مرتفع شد که این کار باعث خروج راحت تر روغن از این مسیر و برگشت روغن بین لایبرینت ها به مخزن روغن گردید.

لازم به توضیح است که لایبرینت های آب بند کننده روغن برخلاف لایبرینت های آب بند کننده گاز

بلندتر هستند و تعداد دندانه های انها نیز کمتر است همچنین در نیمه پایینی لایبرینت های مسیر

Drain تعبیه شده است که در جهت افقی نیز ادامه داده شده و روغن های نشست شده از لایبرینت

های روغن (بین دندانه ها) را مجدداً بطرف هوزینگ برینگ برمی گرداند که در حین نصب و تعمیر

باید دقت شود که این مسیر حتماً باز باشد و قطر آن به اندازه کافی زیاد باشد تا قادر به تخلیه تمامی روغن نشت را داشته باشد و حتی تجربه نشان داده است که با بزرگتر کردن مسیر تخلیه نشتی روغن به صفر می‌رسد.

لازم به توضیح است که در بعضی مواقع در لایبرینت های نوهم این مشکل مشاهده شده و حتی با تعویض لایبرینت نیز مشکل نشتی روغن بازم وجود دارد و باید اقدام اصلاحی فوق روی آن انجام شود. ضمناً در بعضی مواقع به دلیل مسدود بودن این مسیر نشتی بوجود می‌آید که با تمیزکاری و مسیر تخلیه مشکل قابل رفع است.

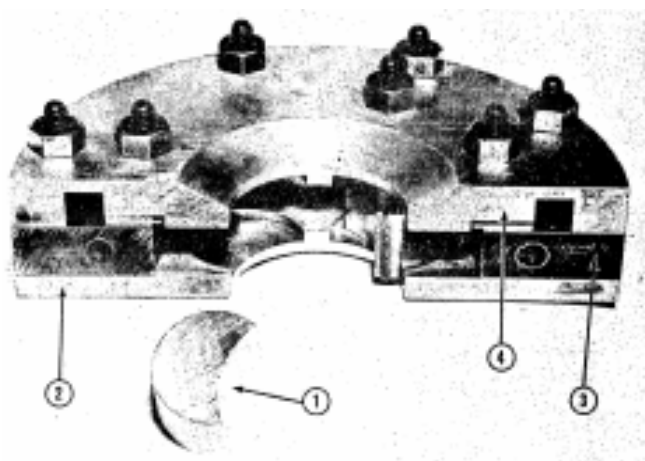
## سوختن برینگ کمپرسور C-2401

پس از تعمیر و راه اندازی یکی از کمپرسورهای فوق به دلیل سوختن یکی از یاتاقان های کمپرسور فوق کمپرسور از سرویس خارج گردید.

لازم به توضیح است که در زمان تعمیر کمپرسور فوق تمامی ابعاد و اندازه ها و کلرنس ها طبق توصیه کارخانه سازنده و تجربیات قبلی تنظیم شده بود.

### مشخصات یاتاقان

یاتاقان های کمپرسورهای فوق بصورت Titling Pad می باشد که از این نوع یاتاقان ها برای دستگاه های بادور بالا اعم از توربین ها و کمپرسورهای گریز از مرکز و برای جلوگیری از پدیده Oil Whirl استفاده می شود.



### علت

پس از باز کردن کمپرسور و بررسی های انجام شده مشخص شد که دلیل اصلی سوختن یاتاقان نرسیدن روغن به یاتاقان بوده است.

لازم به توضیح است که هوزینگ برینگ این کمپرسورها بصورت دوتکه ای (درجهت افقی) طراحی شده اند و دو قسمت بالائی و پایینی هوزینگ برینگ توسط پیچ به هم متصل می شوند و برای ممانعت از چرخیدن هوزینگ در حین کار، یک عدد پین روی آنها نصب می گردد که پس از بسته شدن قسمت های فوقانی و تحتانی و بستن پراب های مربوطه هوزینگ برینگ باید چرخانده شود تا پین در محل مربوطه خود قرار گیرد (در این حالت سطوح تماسی هوزینگ برینگ با کاور بدنه موازی نیستند).

اگر پین در محل اصلی خود قرار نگیرد (پین باید بین کاورهای بالائی و پایینی بدنه درجهت افقی قرار گیرد) مسیر ورود روغن به یاتاقان مسدود و امکان ورود روغن به یاتاقان میسر نمی شود و باعث سوختن یاتاقان می شود. نکته قابل توجه دیگر این که باید دقت شود که پین حتما باید وجود داشته باشد و نصب شده باشد در غیر این صورت احتمال چرخیدن هوزینگ برینگ در حین کار و مسدود شدن مسیر روغن و سوختن یاتاقان وجود دارد.

## تریپ کردن کمپرسور اطللس کوپکو

مشکل اصلی کمپرسور فوق تریپ کردن یکی از کمپرسورهای فوق در حالت Unload پس از مدت زمان خیلی محدودی در سرویس بودن آن به دلیل بالا رفتن درجه حرارت هوادر قسمت خروجی کمپرسور بود که باعث تریپ کردن آن بطور اتوماتیک می شود ولی در حین Load مشکلی وجود نداشت

### مشخصات کمپرسور

۱- کمپرسور نوع پیچی دو مرحله ای هوا (نوع ZR-750)

۲- کارخانه سازنده اطللس کوپکو

۳- فشار ورودی اتمسفر

۴- فشار خروجی ۸/۷ بار

۵- سیستم Load و Unload از طریق مسیر سیر کولیشن کنار گذر

### فلودیاگرام جریان هوادر کمپرسورهای فوق

هوا از طریق فیلتر ورودی Air Filter وارد کمپرسور می شود و پس از عبور از صداخفه کن Intake Silencer و تروتل ولو ورودی که از نوع Battery Fly Valve است وارد مرحله فشار پایین کمپرسور می شود و پس از متراکم شدن از صداخفه کن بین مرحله ای عبور می کند و وارد کولر داخلی Intercooler می شود و پس از خنک شدن وارد مرحله دوم HP کمپرسور می شود و پس از تراکم مجدد و عبور از صداخفه کن خروجی مرحله دوم Outlet Silencer و عبور از شیر یک طرفه Check Valve وارد کولر انتهائی Aftercooler می شود و از کمپرسور خارج می شود.

لازم به توضیح است که در حالتی که کمپرسور در حالت بدون بار است با تحریک شدن سیستم Unloader شیر ورودی (Inlet Valve) کمپرسور بسته می شود و با توجه به کم شدن فشار خروجی کمپرسور Check Valve خروجی نیز بسته می شود و هوادر داخل کمپرسور و از طریق Bleed Off Cooler مجدداً به قسمت ورودی جریان و گردش پیدامی کند و حرارت ناشی از اعمال انرژی ناشی از حرکت پروانه به هوادر حین سیر کولیشن نیز توسط Bleed Off Cooler جذب و بطرف بیرون منتقل می شود.

### اقدامات انجام شده

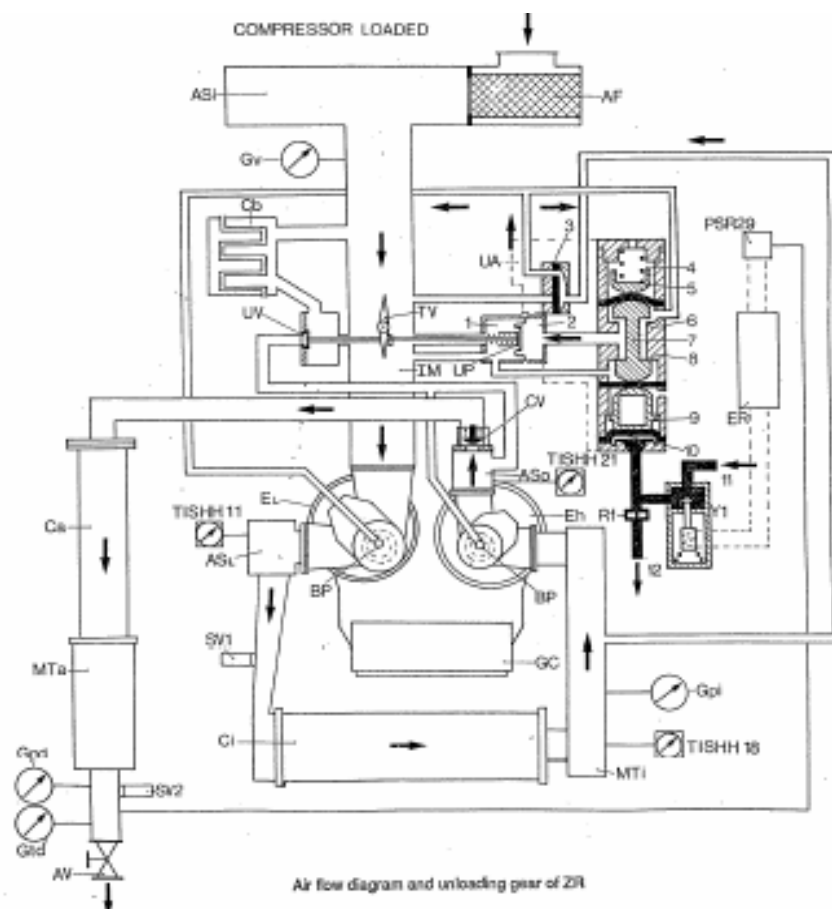
۱- چک کردن کولر بین مرحله ای

۲- چک کردن Bleed Off Cooler یا کولر مسیر بای پاس

۳- چک کردن مسیرهای اب خنک کننده

۴- چک کردن صافی ورودی هوا

که با انجام تمامی موارد فوق مشکل مرتفع نشود باعث ایجاد نگرانی در حین تعویض کمپرسورها برای واحد عملیات می گردد زیرا باید ابتدا این کمپرسور را در حالت بدون بار در سرویس قرار می دادند و زمانی را صرف از سرویس خارج کردن (برداشتن بار) کمپرسور دیگر که قرار بود از سرویس خارج شود... می کردند و سپس روی این کمپرسور بار می گذاشتند که در صورت تریپ نمودن این کمپرسور در حین تعویض باعث از دست رفتن دودستگاه کمپرسور و احتمال بسته شدن واحدها می رفت.



## علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص شد که مشکل اصلی کم بودن مقدار فلوی هوا در حالت Unload بود.

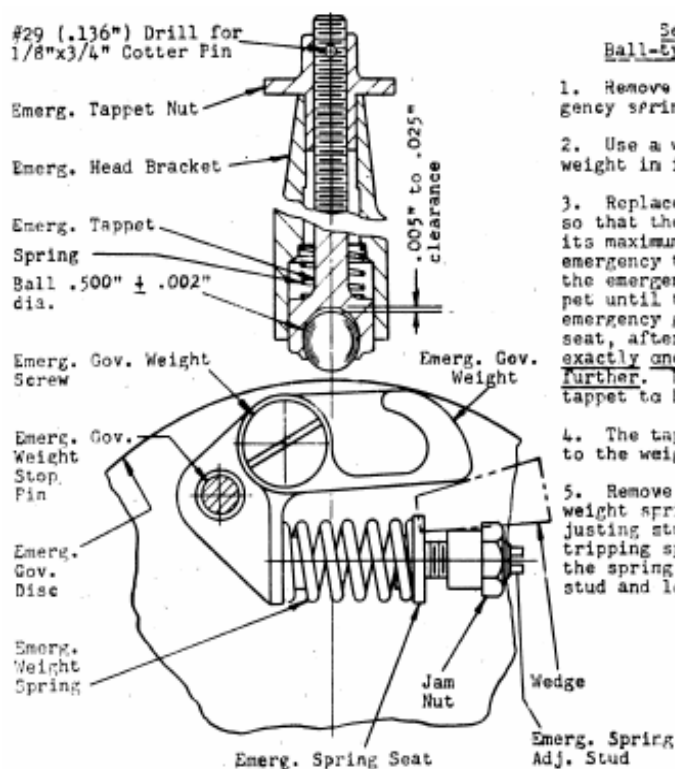
لازم به توضیح است که برای جلوگیری از گرم شدن هوا در داخل کمپرسورها مسیر ورودی Inlet Valve کامل بسته نمی شود و باید کمی باز باشد که اگر این مقدار باز بودن ولو مسیر ورودی از حدی کمتر باشد باعث گرم کردن کمپرسور و تریپ کردن آن می شود که در این کمپرسور با تنظیم پیچی که زیر Inlet Valve قرار داشت و باز کردن بیشتر ولو ورودی و اجازه ورود هوای بیشتر به کمپرسور در حالت Unload مشکل مرتفع شد.

## عمل نکردن سیستم Over Speed توربین PT-101

درحین چک کردن سیستم Over Speed ملاحظه شد که در بعضی مواقع توربین تریپ می کند و بعضی اوقات تریپ نمی کند و همچنین هر بار روی یک دوری تریپ می کند.

### مشخصات توربین

- ۱- کارخانه سازنده Terry
- ۲- قدرت توربین ۸۵۰ اسب بخار
- ۳- سیستم تریپینگ دیسکی نوع مکانیکی
- ۴- دور توربین ۴۲۰۰ دور در دقیقه
- ۵- گاورنر هیدرولیکی نوع Wood Ward
- ۶- گاورنر ولونوع پیستونی



#### Setting Disc-Type Emergency with Ball-Type Tappet During Turbine Shut-down

1. Remove the emergency weight spring, emergency spring seat and jam nut.
2. Use a wedge to block the emergency governor weight in its maximum outward position.
3. Replace the bearing cap and rotate the shaft so that the emergency governor weight presents its maximum height to the ball tappet. With the emergency tappet nut held down firmly against the emergency head bracket, screw down the tappet until the ball is just held between the emergency governor weight and the top of ball seat, after which, screw the ball tappet down exactly one turn. Do not screw tappet any further. Drill and install a cotter pin in the tappet to hold this setting.
4. The tappet is now properly set with respect to the weight.
5. Remove the wedge and reinstall the emergency weight spring, spring seat, emergency spring adjusting stud and jam nut. Obtain the proper tripping speed by adjusting the compression on the spring with the emergency spring adjusting stud and lock by means of the jam nut.

### علت

فرسوده شدن پین مربوط به وزنه عمل کننده و گشاد شدن محل قرارگیری آن روی وزنه فرسوده شدن پین Emergency Governor Weight Stop Pin و زیاد شدن کلرنس آن باعث ایجاد اصطکاک و گیر کردن آن می شود و باعث تاخیر زمانی در عمل نمودن وزنه در اثر نیروی گریز از مرکز می شود و باعث می شود در هر بار که دور توربین بالای ایدم موقعیت آن تغییر کند و باعث تریپ کردن توربین در دور مورد نظر نشود.

مشکل با تعویض قطعات معیوب حل شد ولی با تعمیر قطعات نیز قابل حل است.

## سرج توربین PT-101

پس از Revamp نمودن یکی از توربین های پمپ های فوق پس از راه اندازی توربین ملاحظه شد که توربین با سرج شدید کار می کند (دور توربین توسط گاورنر قابل کنترل نیست و کم و زیاد می شود).

### مشاهدات

- ۱- سرج در یک محدوده معین دور اتفاق می افتاد.
- ۲- با بالاتر بردن یا پایین تر آوردن دور توربین سرج کم می شد.
- ۳- با بالا بردن خیلی تدریجی دور سرج کم می شد.
- ۴- به دلیل نوسان شدید دور امکان استفاده از توربین وجود نداشت.

### مشخصات توربین

- ۱- قطر نازل ها قبل از عملیات Revamp حدود 420 اینچ بود.
- ۲- قطر نازل ها با استفاده شده در Revamp حدود 420 اینچ (برای بالا بردن قدرت توربین).
- ۳- ده عدد نازل اصلی روی توربین نصب می شود.
- ۴- فشار ورودی بخار ۰۰ پوند بر اینچ مربع.
- ۵- فشار بخار خروجی از توربین ۰ پوند بر اینچ مربع.

### اقدامات انجام شده

- ۱- ارسال گاورنر به کارگاه
  - ۲- تعویض گاورنر
  - ۳- هواگیری و تعویض نوع روغن گاورنر
  - ۳- چک کردن شرایط بخار ورودی به توربین
  - ۴- ارسال تروتل ولو به کارگاه
  - ۵- تنظیم کردن میله های اهرم بندی
  - ۶- خشک کردن بیشتر بخار
- کلیه اقدامات فوق انجام شد ولی مشکل حل نشد.

### علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص گردید که علت سرج مربوط به افزایش قطر بدون حساب و کتاب نازل های توربین بوده است که باعث شده بود فشار محفظه Steam Chest توربین تغییر کند که این تغییرات باعث افزایش مصرف بخار نیز می شود.

لازم به توضیح است که برای بالا بردن قدرت توربین اقدام به بزرگتر نمودن سایز نازل ها گرفته شده بود که با افزایش قطر ۲/۵ میلیمتری ۱۰ عدد نازل نصب شده روی توربین باعث افزایش سطح نازل

ها و تخلیه بیشتر بخارات موجود در محفظه Steam Chest و کاهش پیدا کردن فشار محفظه بخار شده بود و این نیز باعث کم شدن اختلاف فشار بین محفظه بخار و محفظه قرارگیری رتور (قسمت فشار پایین توربین) و نهایتاً در مرحله اول باعث افزایش بی رویه مصرف بخار در توربین می شود و در حین کار توربین نیز وارد شدن حجم زیادی از بخار بطرف محفظه رتور باعث بالا رفتن دور توربین می شود که در این مرحله گاورنر فرمان بسته شدن سریع تروتل ولور صادر می کند و با بسته شدن ناگهانی تروتل ولو مجدداً دور توربین کم می شود و بخار بصورت ناگهانی وارد محفظه بخار و بالا رفتن دور توربین می شد و به عبارت دیگر در این شرایط گاورنر قادر به کنترل کردن جریان بخار نمی باشد و باعث کم و زیاد شدن دور توربین و ایجاد سرچ می شد.

### اقدام اصلاحی

مشکل فوق با (تعویض نازل ها) و کم کردن سایز قطر نازل ها و رساندن آن به حد مطلوب 440 هزارم اینچ مرتفع شد

### کم شدن قدرت توربین جوکی

با توجه به نیاز عملیاتی نیاز به گرفتن قدرت بیشتر از توربین بخار فوق بود که برای انجام این کار توربین بازو به کارگاه ارسال گردید و تصمیم به اضافه نمودن یک عدد نازل دیگر روی توربین گرفته شد که پس از نصب و راه اندازی ملاحظه شد که وضعیت از قبل نیز بدتر شده است (عکس آن چیزی که انتظارش می رفت).

### علت

علت جواب ندادن اقدام انجام شده بدین دلیل بود که اولاً سایز لاین ورودی بخار امکان دادن بخار بیشتر به توربین رانمی داد و ثانیاً این که زیاد شدن تعداد نازل ها باعث کم شدن فشار محفظه Steam Chest می شد که باعث کم شدن اختلاف فشار و طرف نازل ها (که عامل اصلی سرعت دادن به سیال و تولید توان برای توربین است) می شد و نهایتاً کم شدن راندمان توربین را به دنبال داشت و باعث بدتر شدن شرایط گردید.

توضیح این که هر گونه اقدامی که می خواهد انجام شود باید ابتدا همه جانبه بررسی شود و بعد به مرحله اجرا برسد.

## سرج فشار روغن توربین PT-101

مشکل توربین فوق که کار Revamp روی آن انجام شده بود (نصب سیستم روغنکاری جدید) این بود که پس از از سرویس خارج کردن توربین وقتی توربین روی دور پایین کار می کرد فشار روغن کم و زیاد می شد (Surge) و باعث می شد که موتور پمپ کمکی روغن در هر دقیقه چندین بار On و Off کند.

لازم به توضیح است که برای گرم نگه داشتن توربین های (و همچنین پمپ) فوق باباز کردن مسیر مینیمم فلوی توربین (مسیر بای پاس) مقداری بخار وارد توربین می شود.

زمانی که توربین با دور کم کار می کرد دور پمپ اصلی روغن کم می شد و باعث می شد Pressure Switch راه انداز پمپ کمکی پمپ یدک را در سرویس قرار دهد چند ثانیه بعد به دلیل این که هر دو پمپ با هم در سرویس قرار می گرفتند Pressure Switch فرمان از سرویس خارج شدن موتور پمپ یدک را می داد و این کار بصورت متمادی انجام می شد که نتیجه آن روشن و خاموش شدن الکترو موتور پمپ یدک می شد.

### اقدام انجام شده

تنظیم Pressure Switch مربوط به سیستم خارج کننده تلمبه یدک روغن به روش سعی و خطا روی فشار مورد نظر که مشکل حل نشد.

پس از بررسی های بیشتر با نصب یک عدد Dampener زیر سوئیچ مربوط به سیستم راه انداز پمپ یدک برای حذف نوسانات فشار مشکل حل گردید.

لازم به توضیح است که Dampener مثل یک اریفیس عمل می کند و باعث تاخیر زمان در تخلیه روغن از زیر Pressure Switch می شود به عبارت دیگر نوسانات فشار را می گیرد. لازم به توضیح است که کارشناسان خارجی هم که کار Revamp توربین فوق را بر عهده داشتند نتوانستند مشکلاتی را که در اثر ایجاد تغییرات بوجود آمده بود را حل کنند.

## بالانرفتن دورتوربین PT-101

باتوجه به افزایش ظرفیت پالایشگاه نیاز به بالابردن دور توربین بود که امکان آن فراهم نمی شد.

### مشخصات توربین

۱-توربین ساخت کارخانه Terry

۲-قدرت توربین ۸۵۰اسب بخار

۳-رتورنوع Bockt

۴-توان توربین ۸۵۰اسب بخار

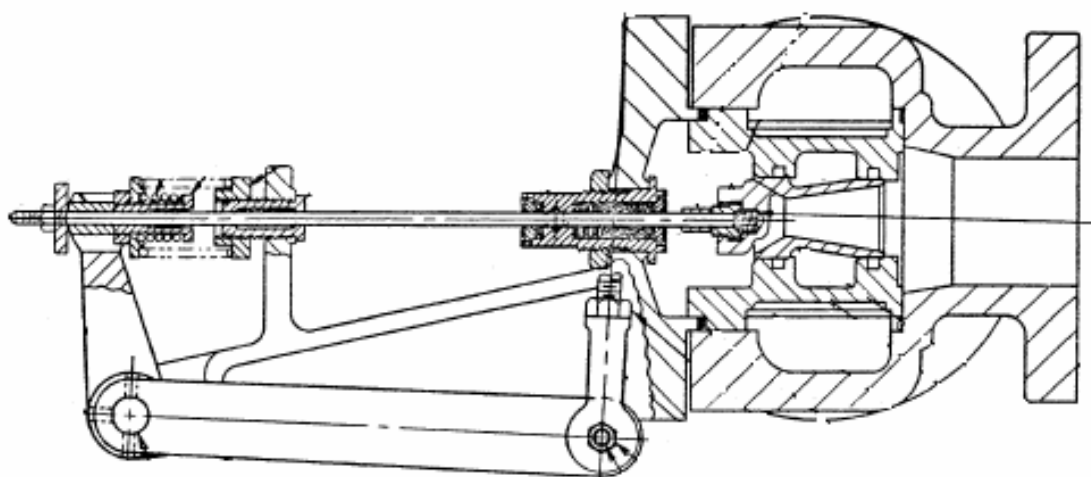
۵- تروتل ولونوع پیستونی

۶-نوع گاورنر هیدرولیکی

۷-انتقال حرکت از گاورنر به تروتل ولوبصورت مکانیکی با استفاده از سیستم اهرم بندی انجام می شد.  
باتوجه به شرایط جدید عملیاتی نیاز مبرم به بالابردن دور توربین ها بود.

### اقدام اصلاحی

باتغییراتی که روی تروتل ولو انجام شد و منجر به باز شدن بیشتر تروتل ولو شد و مشکل حل گردید.  
این کار با تراشکاری پشت پلاگ تروتل ولو برای باز کردن بیشتر مسیر ورودی بخار انجام شد.



این عمل باعث بیشتر باز شدن تروتل ولو و نهایتاً کم شدن افت فشار در این ناحیه می شود و باعث می شود افت فشار بخار ورودی کمتر شود و بخار بیشتری وارد و نهایتاً فشار محفظه Steam Chest افزایش پیدا کند و دور توربین بالاتر رود.

لازم به توضیح است که با بیشتر کردن ضخامت گسکت زیر کاور تروتل ولو نیز امکان انجام این کار وجود دارد به علاوه این که از این روش برای بالابردن توان جزئی توربین می توان استفاده کرد.

## کاهش تدریجی دورتوربین PT-101

دوربینی ازتوربین های PT-101 پس ازچندروز کارکردن درشرایط عادی به تدریج کاهش پیدامی کردوبه حدی می رسیدکه می توانست باعث اختلال کارعملیات واحدشود.

### اقدامات اولیه

- ۱-چک کردن فشارودمای بخارورودی به توربین.
  - ۲-چک کردن فشارخروجی توربین.
  - ۳-چک کردن صافی مسیربخار.
  - ۴-شستشود داخل توربین با اب کندانس(که باعث بهبودموقت می گردید).
  - ۵-وضعیت لرزش خوب بود.
- این مشکل ادامه پیدا کرد وروزی فرارسیدکه لرزش توربین بطورناگهانی افزایش پیداکردبطوری که ازحدمجازنیزفراتررفت وبه همین دلیل ازسرویس خارج شد.

### اقدامات بعدی

- ۱-چک کردن یاتاقان های دوطرف توربین.
  - ۲-چک کردن وضعیت هم محوری.
  - ۳-راه اندازی توربین درحالت دیسکاپل ولرزه نگاری ازان که به دلیل بالابودن لرزش توربین بازوبه کارگاه ارسال شد.
- پس ازبازشدن توربین درکارگاه مشاهده گردید:

- ۱- رتوربا بدنه نازل ها وچمبرهاتماس شدیدپیدا کرده واین قسمت هااسیب کلی دیده بود.
- ۲-اثراری ازقطعات فلزی تقریبا درشت درداخل توربین وجودداشت ولی صافی مسیروورودی بخار(داخل تروتل ولو) که سایزان هم تقریبا کم است سالم بود.واین می توانست مبین این باشدکه ازبیرون چیزی واردتوربین نشده است وهرچه هست مربوط به خودتوربین است.
- ۳-بررسی های بعدی ازقسمت های داخلی توربین شروع شد.

### علت

پس ازبررسی قسمت های داخلی محفظه Steam Chest به نظرمی رسیدکه قسمت هائی ازان کنده شده باشدوبررسی های بعدی این موضوع رااثبات کرد.مسئله به این صورت بودکه احتمالادرچین ساخت توربین به عللی قسمت داخلی مسیروورودی محفظه بخاری Steam Chest که محل نصب تروتل ولو است باپروسه غلطی جوشکاری شده بوده وبه دلیل نامناسب بودن نوع الکتروذباعت گردیده بودبه مرورزمان جوش ها کنده شونذباعت ورودقطعات فلزی به داخل توربین گردند.

به دلیل وجود تنش های حرارتی اعمال شده روی بدنه توربین و گذشت زمان قطعات کنده شده همراه با بخار با فشار زیاد وارد بعضی از نازل های شده اند و با مسدود کردن مسیر نازل باعث کم شدن دور توربین می شدند و با وارد شدن قطعات در شفت تر که امکان خارج شدن آنها از نازل میسر نبوده در داخل نازل و یا بین رتور و بدنه و چمبر ها گیر افتاده اند و باعث فرسایش قطعات می شده اند.

مشکل بوجود آمده با سنگ زدن قسمت های داخلی محفظه Steam Chest تا حد دسترسی و جوشکاری مجدد خلل و فرج آن با استفاده از الکترو دمناسب و سپس جمع کردن و ارسال توربین به واحد انجام شد که چندین سال است بدون هیچگونه مشکل در سرویس است.

## لرزش توربین PT-101

یکی از توربین های ۱۰۱ به دلیل لرزش زیاد در فرکانس های بالا روی یاتاقان خارجی از سرویس خارج گردید.

### اقدامات انجام شده

- ۱- چک کردن یاتاقان های داخلی و خارجی
  - ۲- چک کردن وضعیت هم محوری
  - ۳- چک کردن فشار و درجه حرارت بخار و ورودی به توربین
  - ۴- لرزه نگاری توربین بصورت دیسکاپل (لرزش بالاتر از حد مجاز بود)
  - ۵- باز کردن و ارسال توربین به کارگاه
  - ۶- چک کردن کلیه قسمت ها و قطعات در کارگاه
  - ۷- باتوجه به لرزش در فرکانس های بالا و با عنایت به ضربه ای بودن توربین به نازل هاشک شد و کلیه انها تعویض شدند.
  - ۸- پس از اتمام کارهای تعمیراتی توربین بسته شد و به واحد منتقل گردید.
- ولی باز پس از راه اندازی باز همان مشکل قبلی وجود داشت.

### علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص گردید که علت لرزش در فرکانس های بالاناشی از خرابی جزئی Worm Gear نصب شده در قسمت تراست توربین بود که وظیفه انتقال قدرت از تور توربین به گاورنر و پمپ اصلی روغن را بر عهده داشت که با تعویض چرخ دنده ها در واحد مشکل بطور کامل مرتفع و لرزش در حد قابل قبول قرار گرفت.

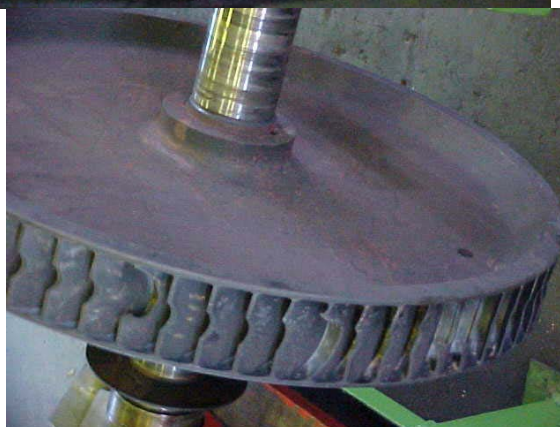
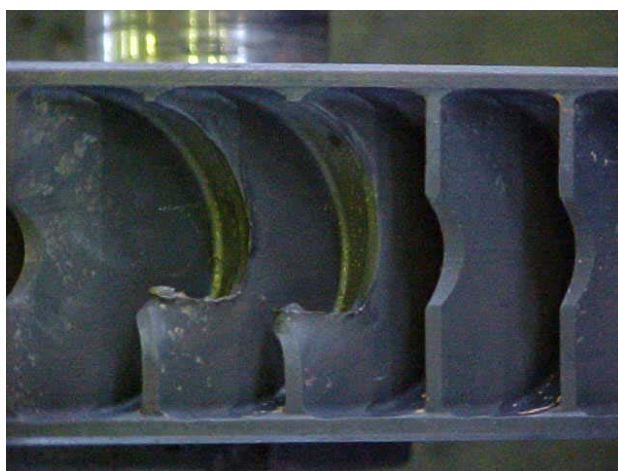
## فرسایش رتورتورین PT-101

به کرات مشاهده شده بود که پس از باز شدن توربین فوق و توربین های مشابه دیگر (باتوان های مختلف) تنها یک قسمت و چندپره کنارهم از یک قسمت رتوراسیب دیده است و بقیه پره هاسالم می باشند و هیچگونه اثار خوردگی یا... روی انها مشاهده نمی شود و تجربه نیز نشان داده که ارتعاشات نیز در مدت زمان کوتاهی افزایش پیدامی کند و با توجه به ماهیت ارتعاشات که روی فرکانس برابر دور است و دلیل ان نابالانسی رتور است نهایتاً توربین باز و به کارگاه ارسال می شود. با توجه به این که این توربین هادرپریودهای هفتگی لرزه نگاری می شوند نتایج لرزه نگاری مبین خرابی در فاصله زمانی کوتاه مدت بود.

لازم به توضیح است که این مشکل برای اغلب توربین های ساخته شده توسط این کارخانه در رنج ها و سایزهای مختلف گزارش شده و تقریباً تمامی رتورهای که روی این توربین ها تعویض شده اند به دلیل همین مشکل بوده است.

### علت

هنوز به نتیجه قابل قبولی نرسیده ایم.



## تنظیم نشدن کلرنس برینگ توربین PT-101

در هنگام برینگ گیری (اندازه گیری کلرنس) یکی از یاتاقان های توربین فوق که با Lead Wire اندازه گیری می شد ملاحظه شد که کلرنس یاتاقان در حد صفر است. این کارچندین مرتبه تکرار شد و همان نتیجه حاصل گردید سپس با استفاده از میکرو متر داخلی قطر داخلی یاتاقان اندازه گیری شد که با قطر شافت یکی بود.

لازم به توضیح است که توربین قبلاً با این یاتاقان در سرویس بوده و مشکلی روی آن وجود نداشته است و انتظار این است که مقدار کلرنس بیشتر از حد مجاز شده باشد که اینطور نبود.

### مشخصات یاتاقان

۱- یاتاقان از نوع Sleeve Bearing که قبل از روی توربین نصب بوده است.

۲- پایه یاتاقان فسفر برنز

۳- پوشش داخلی یاتاقان از نوع باییت

۴- مقدار لقی Clearance مجاز 0.008 اینچ

### علت

پس از بررسی های همه جانبه مشخص شد که به دلیل زیر سازی نامناسب یاتاقان قبل از باییت ریزی و تنش های حرارتی اعمال شده روی یاتاقان باعث جدا شدن باییت از سطح برینگ گشته (بین باییت و پایه یاتاقان فاصله کمی پیدا شده) و نهایتاً باعث ایجاد این مشکل شده بود. اگر کمی دقت کنیم می توانیم به این مشکل پی ببریم بدین صورت که با انداختن چند قطره روغن روی سطح یاتاقان و فشار دادن لایه باییت با انگشت حباب های بسیار ریز هوا از بین آنها خارج می شود.

لازم به توضیح است که قبل از باییت ریزی یاتاقان های بوشی پس از آماده کردن پایه برینگ زیران را (قسمتی که باید باییت ریزی شود) بسته به نوع باییت و جنس پایه و ... به محلول های خاصی اغشته می کنند و سپس کار باییت ریزی انجام می شود و در صورتی که این پروسه درست اجرا نشود در بعضی مواقع ممکن است این مشکل بوجود آید.

## Over Speed شدن توربین تلمبه سوخت سنگین

تلمبه های سوخت رسانی وظیفه رساندن سوخت به بویلرها و تمامی کوره های پالایشگاه را بر عهده دارند و از سرویس خارج شدن آنها می تواند منجر به Shut Down تمامی واحدهای پالایشگاه شود (در مواقعی که گاز قطع است و سوخت مایع مصرف می شود بخصوص در فصل زمستان). یکی از توربین های سوخت سنگین در اثر Over Speed شدن از سرویس خارج شد و به دلیل اشکالی که روی سیستم راه انداز تلمبه یدک وجود داشت پالایشگاه به مرز Shut Down نزدیک شد.

### مشخصات توربین

۱- دور توربین ۱۵۰۰ دور در دقیقه

۲- نوع گاورنر مکانیکی

۳- دور Over Speed حدود ۲۲۰۰ دور در دقیقه

طی بررسی های انجام شده این طور نتیجه گیری شد که علت Over Speed شدن توربین به دلیل مصرف ناگهانی سوخت در واحدها بوده است. لازم به توضیح است که باز یاد شدن مصرف سوخت در پالایشگاه دور توربین بصورت ناگهانی کاهش پیدامی کند و کاهش دور نیز موجب باز شدن ناگهانی تروتل ولو شده و نهایتا بصورت ناگهانی مقدار بخار زیادی وارد توربین می شود و همین امر باعث بالا رفتن سریع دور توربین و رسیدن آن به دور Over Speed می شود.

### مسائلی که باعث Over Speed شدن توربین هائی شود

۱- گذاشتن یا برداشتن بار بطور ناگهانی روی کمپرسور.

۲- بردن کوپلینگ یا محور.

۳- عمل نکردن گاورنر.

۴- بردن کوپلینگ گاورنر.

لازم به توضیح است که در بعضی مواقع لرزش و ارتعاشات زیاد و همچنین توربولانس روغن داخل هوزینگ برینگ نیز می تواند باعث تحریک سیستم Over Speed و تریپ کردن توربین شود بدون این که دور توربین به دور بیشینه یا Over Speed رسیده باشد.

### توصیه

- ۱- توربین هائی که شرایط عملیاتی آنها حساس تر است باید دور Over Speed آنها نسبت به توربین های دیگر روی دور بالاتری تنظیم شود تا اگر اتفاقی بوجود آمد توربین صدمه بیندنه واحدها.
- ۲- روی توربین هائی که شرایط عملیاتی آنها حساس تر است باید به جای گاورنرهای مکانیکی از گاورنرهای هیدرولیکی (به دلیل حساسیت بالاتر آنها) استفاده شود.

## **سرج توربین دمنده های بویلر**

مشکل سرج روی توربین های فوق غالبا در روزهای گرم تابستان وبخصوص در بعد از ظهرها اتفاق می افتاد.

### **مشخصات توربین**

۱- نوع توربین Terry

۲- فشار ورودی ۶۰۰ پوند بر اینچ مربع

۳- فشار خروجی ۳۰۰ پوند بر اینچ مربع

۴- نوع گاورنر Woodward Governor PG-PL

### **اقدامات انجام شده**

۱- هواگیری گاورنر

۲- تعویض گاورنر

۳- تعویض روغن گاورنر

۴- چک کردن کلیه اتصالات گاورنر به تروتل ولو

پس از بررسی های متعدد مشخص شد که باتوجه به موقعیت قرارگیری توربین های دمنده که در بعد از ظهر روزهای تابستان در معرض تابش شدید نور خورشید قرار می گیرند گرمای مضاعف باعث رقیق تر شدن روغن گاورنر و ایجاد سرج می شود.

### **اقدام اصلاحی**

باتعویض روغن گاورنر و استفاده از روغن با ویسکوزیته بیشتر مشکل مرتفع گردید.

## Load ندادن ژنراتور برق

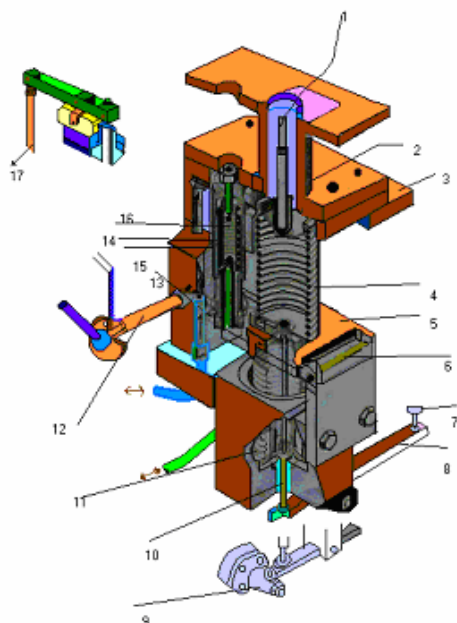
امکان افزایش Load روی یکی از ژنراتورهای برق 16MW میسر نبود و مقدار توان خروجی آن از ۱۲ مگاوات بیشتر نمی شد و Load آن نسبت به ژنراتورهای مشابه (و قبل) حدود چهار مگاوات کمتر بود.

### مشخصات ژنراتور

- ۱- توربو ژنراتور ۱۶ مگاوات
- ۲- کارخانه سازنده زیمنس
- ۳- دور توربین ۶۰۰۰ دور در دقیقه
- ۴- سیستم تنظیم دور هیدرولیکی.

### اقدامات انجام شده

- ۱- باز کردن گاورنر اصلی و چک و بررسی کلیه قطعات آن و تعویض Helical Tension Spring آن
  - ۲- چک کردن کلیه قطعات Starting Device که مشکلی مشاهده نشد.
  - ۳- بازدید کلی از Transducer
  - ۴- چک کردن Actuator و تعویض قطعات آن شامل: Restoring Cam و Cam Follower و Piston و Rod و Sleeve و Piston Valve و تنظیم کردن فشار Primary & Secondary Oil
  - ۵- تعویض Actuator بطور کامل
  - ۶- باز کردن و بستن مجدد Lift Valve و روانکاری مفصل ها و رفع اشکال از آنها
  - ۷- چک کردن و اطمینان از صحت کار سرو موتور تنظیم کننده دور ژنراتور
- که پس از هر کدام از اقدامات انجام شده و تنظیمات مورد نظر ژنراتور در سرویس قرار می گرفت (حتی چندبار) و مشکل ادامه داشت.



## اقدام اصلاحی

نهایتاً مشکل باتعویض نمودن بلوز داخل گاورنر مرتفع گردید. لازم به توضیح است که به دلیل سوراخ غیر قابل مشاهده روی بلوز امکان تشخیص آن تقریباً مشکل بود.

## سرج توربین ژنراتور Gen-2101

مشکل Surge یکی از توربوژنراتورهای ۱۶ مگاواتی کارخانه برق باعث عدم امکان سرویس دهی آن شده بود و به دلیل تغییرات فرکانسی که بوجود می آمد امکان پارالل کردن آن با ژنراتورهای دیگر فراهم نمی شد.

## اقدامات انجام شده

- ۱- باز کردن گاورنر اصلی و چک و بررسی کلیه قطعات آن .
  - ۲- چک کردن کلیه قطعات Starting Device که مشکلی مشاهده نشد.
  - ۳- بازدید کلی از Transducer
  - ۴- چک کردن قطعات Actuator
  - ۶- چک کردن Lift Valve
  - ۷- تنظیم فشارهای روغن
- که پس از صرف چندین روز کار مشکل حل نشد.

## علت

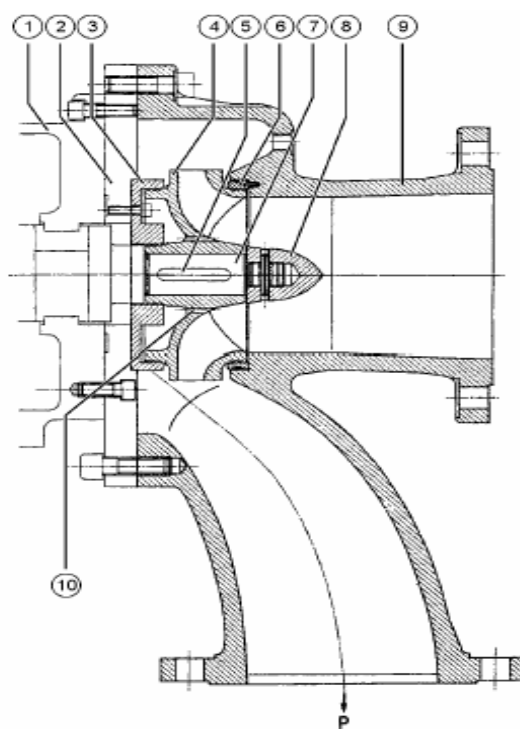
پس از بررسی های بعدی مشخص شد که سروموتور تنظیم کننده دور ژنراتور (که باید بتواند در دو جهت بچرخد و تغییرات دور را به حداقل برساند) نیمه سوزشده است.

## اقدام اصلاحی

باتعمیر سروموتور مشکل بطور کامل مرتفع گردید.

### خرابی های مکرر یاتاقان تراست پمپ روغن ژنراتور

خرابی یاتاقان های تراست پمپ اصلی روغن ژنراتورهای برق که در هر بار باز کردن Main Oil Pump توربین مشاهده می شد که یاتاقان تراست ان آسیب دیده و لزوماً باید تعویض می گردید.



Section through oil pump

- |                      |                             |
|----------------------|-----------------------------|
| 1 Gear casing        | 6 Sealing ring              |
| 2 Intermediate plate | 7 Pump shaft                |
| 3 Sealing ring       | 8 Shaft nut                 |
| 4 Impeller           | 9 Pump housing              |
| 5 Feather key        | 10 Pressure equalizing hole |

### مشخصات پمپ روغن

۱- سیستم محرک ان توسط چرخ دنده از قسمت انتهائی توربین تامین می شود.

۲- پروانه ان بصورت Over Hang نصب می شود.

۳- مایع پمپ شوند روغن .

۴- یاتاقان های ان بصورت بوشی.

### اقدامات انجام شده

این مشکل سال ها ادامه داشت تا این که پروانه های جدید خریداری گردید. لازم به توضیح است که جنس پروانه های جدید برخلاف پروانه های قدیمی از جنس الیاژ آلومینیوم بود که بانصب پروانه های آلومینیومی که سبکتر از پروانه های اصلی بودند مشکل مرتفع شد ولی چون قطر پروانه های آلومینیومی کمتر از پروانه های اصلی بود در حین راه اندازی باید دور توربین به بالاتر از دور

کاری 6000 دور در دقیقه می رسید تا پمپ یدک از سرویس خارج شود که از نظر عملیات قابل قبول نبود.

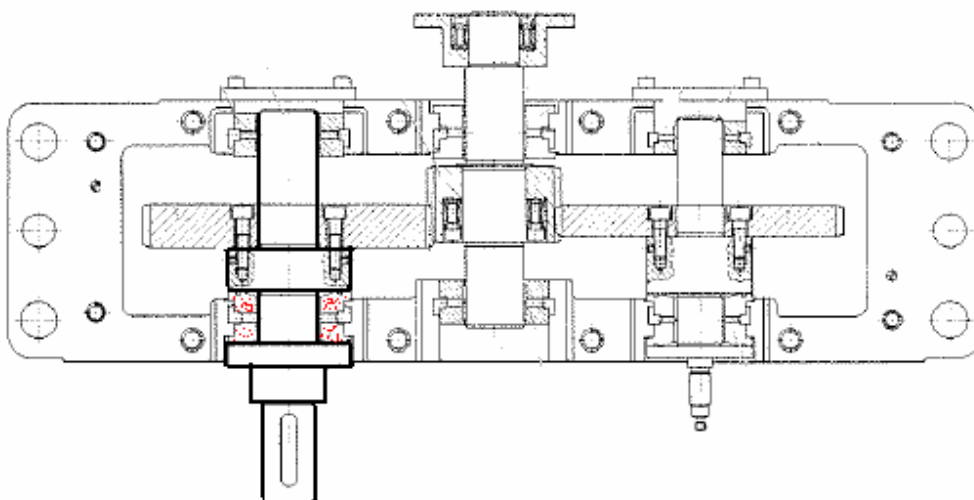
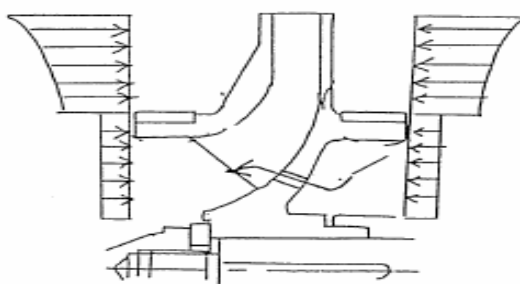
### مشکل اصلی

طی بررسی های انجام شده روی تمامی یاتاقان های خراب مشاهده شد که فقط یک طرف یاتاقان تراست آسیب می بیند که عامل آن زیاد بودن نیروی تراست روی محور پمپ بود. پس از بررسی های بعدی مشخص شد که علت بالا بودن نیروهای محوری در یک جهت به دلیل کوچک بودن سایز Balance Hole های روی پروانه می باشد که باعث می شود امکان تخلیه مایع نفوذ کرده به پشت پروانه (از طریق رینگ سایشی پشت پروانه) از طریق این سوراخ ها به قسمت ورودی پمپ فراهم نشود و باعث بالا رفتن فشار پشت پروانه و افزایش نیروی محوری در یک جهت گردد.

### اقدام اصلاحی

مشکل فوق بزرگ تر کردن اندازه سوراخ های Balance Hole و رساندن سایز آنها از 6 میلیمتر به 9 میلیمتر مرتفع گردید و طی چند سال گذشته هیچگونه خرابی گزارش نشده است.

#### BALANCE HOLE



## نشستی بخار از توربین PT-2001

نشستی زیاد بخار از سیل های طرفین توربین فوق باعث ورودان به محفظه هوزینگ برینگ و تبدیل شدن آن به آب مقطر باعث مخلوط شدن آن با روغن توربین اختلال در سیستم روغنکاری خرابی یا تاقان ها و کاهش طول عمر روغن می گردید.

### مشخصات توربین

۱- توربین یک مرحله ای نوع ضربه ای (کورتیس).

۲- فشار ورودی بخار ۰۰ پوند بر اینچ مربع.

۳- فشار خروجی توربین ۰ پوند بر اینچ مربع.

۴- نوع آب بند طرفین توربین کربن رینگ.

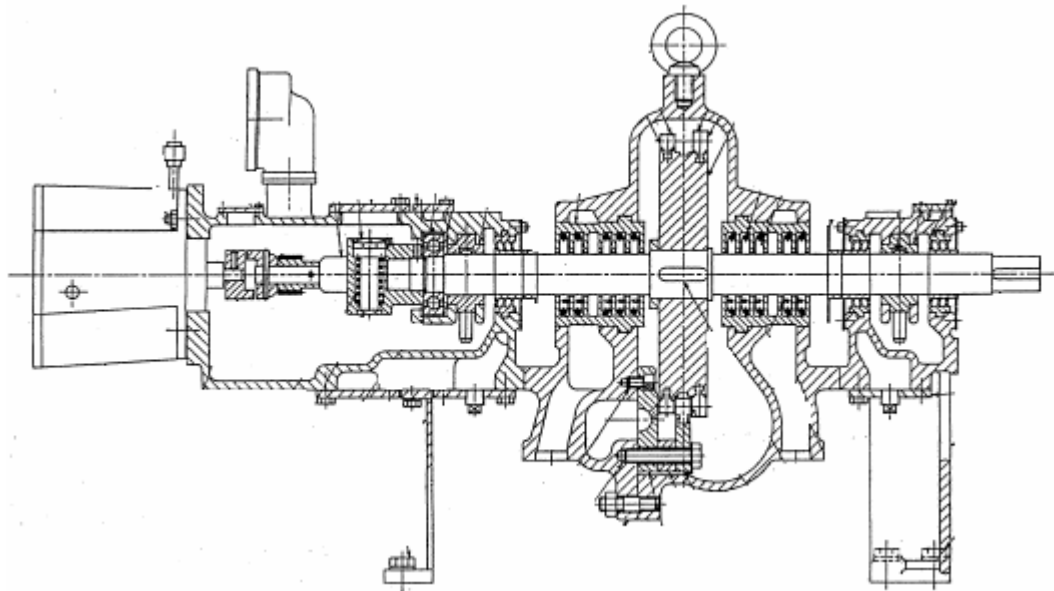
### اقدامات انجام شده

۱- تعویض پکینگ رینگ ها

۲- ارسال توربین به کارگاه جهت بررسی محور در محل کربن رینگ ها و مسیرهای تخلیه

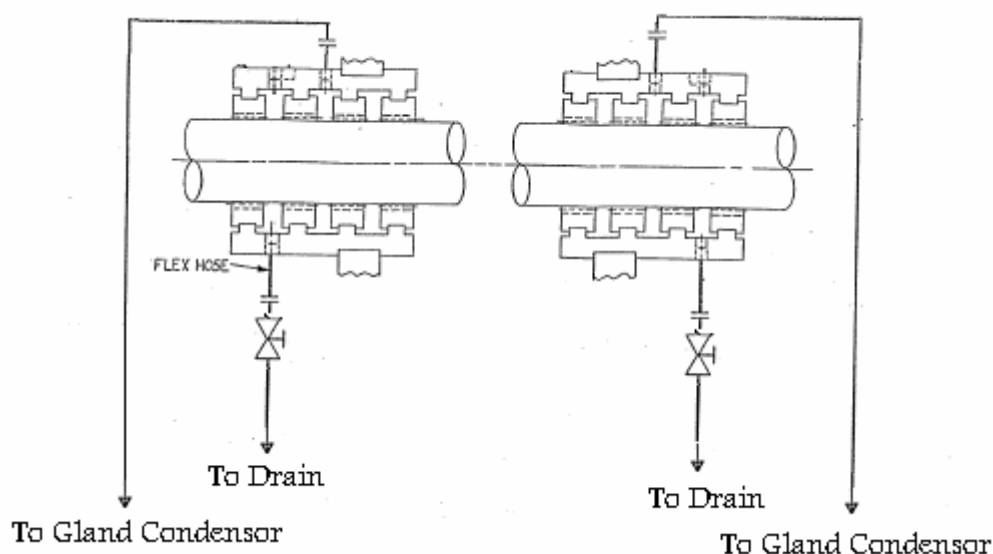
۳- بازرسی از سیستم لوله کشی تخلیه بخار

انجام اقدامات فوق اثری روی کاهش نشستی های بخار بوجود نیاورد.



### علت

در طراحی اولیه اکثر توربین های بخار روی گلندانه ها (در فاصله بین کربن رینگ ها) مسیرهایی تعبیه شده است تا توربین بتواند در شرایط مختلف فشار خروجی (Back Pressure) و خلا) و همچنین در کنترل نشستی های بخار (استفاده از Gland Condensor) کار کند.



هنگام نصب توربین فوق الذکر به دلیل عدم پیش بینی گلندکندها برای ان Tapping های تعبیه شده روی گلند برای این منظور پلاگ شده بود که این موضوع باعث بالا رفتن فشار روی پکینگ رینگ ها و ایجاد نشتی زیادی شد که برای رفع مشکل فوق باموصل کردن دولوله به این Tapping ها و نصب ولو روی آنها (برای کنترل کردن نشتی بیش از حد) مقداری بخارات از این ناحیه خارج شد و باعث افتادن فشار روی کربن رینگ های بعدی و نتیجتاً کم شدن نشتی وارد شده به محفظه هوزینگ برینگ ها شد. لازم به توضیح است که ولوهای مسیر درین باید طوری تنظیم شوند که مقدار نشتی طرفین توربین به حد مجاز برسد.

### افزایش قدرت توربین PT-631

برای افزایش ظرفیت واحدهای ایزوماکس نیاز به تولید فلوی بیشتری توسط پمپ های ۶۳۱ بود که به دودلیل امکان پذیر نبود دلیل اول بالابودن لرزش پمپ ها بود که خوشبختانه مرتفع شده بود و دلیل بعدی این بود که دور توربین های فوق از ۵۱۰۰ دور در دقیقه بالاتر نمی رفت .

#### اقدام اصلاحی

بالا بردن دور توربین ها با بزرگتر کردن سایز نازل های ان انجام شد. لازم به توضیح است که نازل های این توربین ها روی نازل رینگ تیه شده و تعداد آنها ۲۱ عدد نازل است .  
روش کار به این صورت بود که پس از دمونتاز کامل توربین و بیرون آوردن نازل رینگ به شهر منتقل شد و با ساختن یک ابزار مخصوص و با هزینه ای فوق العاده پایین قطر نازل ها به اندازه ۰.۰۱۳ اینچ افزایش داده شد که پس از مونتاژ و در سرویس قرار گرفتن امکان بالابردن دور حتی تا ۴۴۰۰-۴۵۰۰ دور در دقیقه نیز فراهم گردید.



## شل شدن مهره تراست دیسک پمپ P-631

مشکل شل شدن مهره تراست دیسک روی پمپ های فوق چندین بار اتفاق افتاده بود. لازم به توضیح است که شل شدن مهره پشت تراست دیسک پمپ ها می تواند باعث حرکت محوری روی رتور و باعث نشتی مکانیکال شود و در اغلب اوقات به دلیل شل شدن مهره و حرکت آن دنده های روی محور و مهره نیز خراب می شدند.

### مشخصات پمپ

- ۱- پمپ خوراک واحدهای ایزوماکس P-631.
- ۲- پمپ های ۹ مرحله ای گریز از مرکز.
- ۳- فشار خروجی حدود 200 اتمسفر.
- ۴- یاتاقان تراست از نوع کینگزبوری (دیسک ولقمه).
- ۵- مکانیکال سیل نوع بلور ثابت.

### اقدامات انجام شده

- ۱- دو مهره Double Nut کردن نت ها
- ۲- نصب ال اسکرو روی مهره
- ۳- جوش دادن مهره روی شافت در مواقعی که دنده های روی شافت خراب شده بود.
- ۴- ارسال پمپ به کارگاه به دلیل احتمال تغییرات کلرنس های داخلی و ایجاد نیروهای تراست هیدرولیکی برای تعمیر کلی و تعویض محور

### علت

بررسی های بعدی نشان داد که مشکل اصلی به دلیل تراشکاری تراست دیسک و صاف شدن محل انحنا قطر داخلی آن بود که باعث عدم تماس کامل تراست دیسک و محوری می گردید. تراشکاری سطح تراست دیسک باعث از بین رفتن سطح تماس کامل و نهایتاً باعث تماس خطی بین دیسک و محوری می گردید (تماس لبه ای) و باعث می شد در حین کار پمپ لبه سائیده شود و باعث حرکت تراست دیسک گردد و نهایتاً به فاصله افتادن بین آنها و شل شدن مهره می گردید. البته از آزاد شدن تراست دیسک می تواند باعث کاهش نیروی محوری روی لاک نت پشت تراست دیسک گردد که در اثر لرزش می تواند منجر به سائیدن رزوه ها و لقی شدن دندانه ها و نهایتاً خرابی رزوه های روی محور گردد.

لازم به توضیح است که این عوامل می تواند منجر به نشتی مکانیکال سیل این پمپ ها شود و هر موقع نشتی بوجود آمد حتماً باید لقی محوری تراست دیسک چک شود.

## راه حل اضطراری

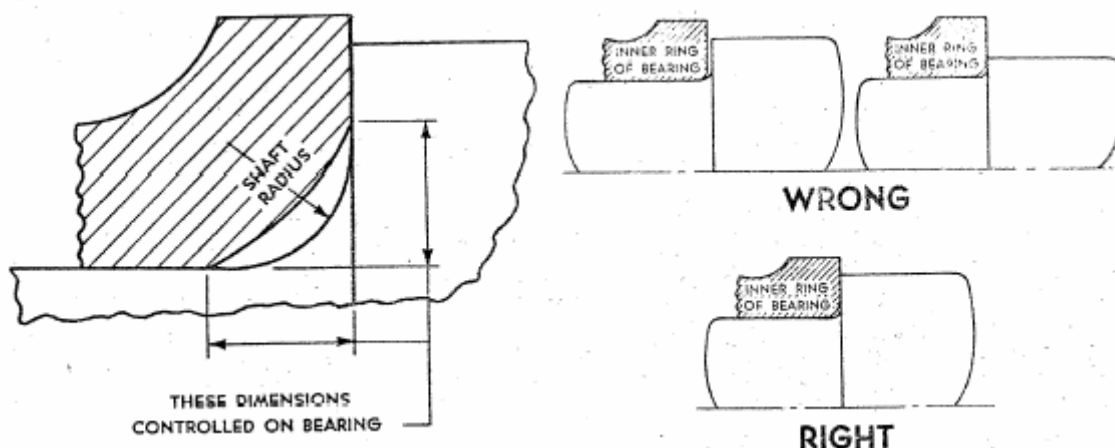
درمواقع این چینی که محل رزوه هانیزروی محوراسیب دیده است ومشکل باتعویض لاک نت حل نمی شودمی توان بارساندن لاک نت به تراست دیسک وجوش دادن لاک نت و تراست دیسک به محوربرای مدتی تقریبا طولانی ازپمپ استفاده نمود.

لازم به توضیح است که در بعضی ازمواقع جوش دادن مهره هم کاری راانجام نمی دهدوپس ازجوشکاری نیزمهره شل می شد.

## علت

همانگونه که در شکل زیرملاحظه می شودروش های صحیح وغلط تراشکاری پله های روی شافت وهمچنین قطعاتی که روی ان مونتاژمی شوندشان داده شده است ورعایت نکردن این مواردمی تواندمنجر به مونتاژغلط قطعات وایجادمسائل بعدی گردد.

همچنین درحین تعمیرقطعات باید به این نکات توجه ویژه نمودوبه Curveهای ایجادشده روی تراست دیسک توجه نمود.



## سوختن یاتاقان های توربین ZS-1

تعداد زیادی از توربین های ZS-1 در پالایشگاه موجود است که همگی باهم مشابه می باشند و غالباً به عنوان گرداننده پمپ های روغنکاری (سیل ها و یاتاقان ها) و پمپ های آب کندانس و ..... مورد استفاده قرار می گیرند که تعدادی از آنها به عنوان Standby یا آماده سرویس هستند و تعداد دیگری نیز همیشه در سرویس می باشند.

بیشترین مشکل توربین های فوق خراب شدن زودرس یاتاقان های آنها (کم بودن طول عمر یاتاقان ها) و در اغلب اوقات خراب شدن محور در ناحیه زیر یاتاقان های آنها بود که اجباراً باید توربین بازوبه کارگاه ارسال می شد و هزینه های تعمیراتی زیادی را باعث می شد.

### علت

طی بررسی های انجام شده مشخص شد مشکل اصلی خرابی برینگ ها به دلیل روغنکاری نشدن آنها به علت پایین بودن سطح (ارتفاع) روغن در داخل هوزینگ برینگ ها بوده است. لازم به توضیح است که برخلاف دستگاه های دیگر لوله رابط هوزینگ برینگ و سیستم Oil Pot (که به عنوان مخزن ذخیره روغن و تنظیم کننده سطح روغن هوزینگ برینگ است) به خاطر محدودیت هایی بصورت خمیده طراحی شده است. در بیشتر اوقات برای چک کردن مسیر لوله Oil Pot از نظر گرفتگی آن را بطرف پایین می چرخانند و دوباره به موقعیت قبلی بازمی گردانند و یاد رحین بستن این لوله ممکن است در جای خود بسته نشود و باعث جابجاشدن خمیدگی گردد. اگر خم لوله بطرف بالا باشد Oil Pot نیز بالاتر قرار می گیرد و اگر خم لوله به سمت پایین باشد Oil Pot نیز پایین قرار می گیرد و پایین قرار گرفتن Oil Pot باعث می شود سطح روغن هوزینگ برینگ پایین تر قرار گیرد و Oil Ring نتواند روغن را بالا ببرد و روی یاتاقان بریزد که نهایتاً در سیستم روغنکاری اختلال بوجود آید و باعث نرسیدن روغن و خراب شدن زودرس یاتاقان می گردد.

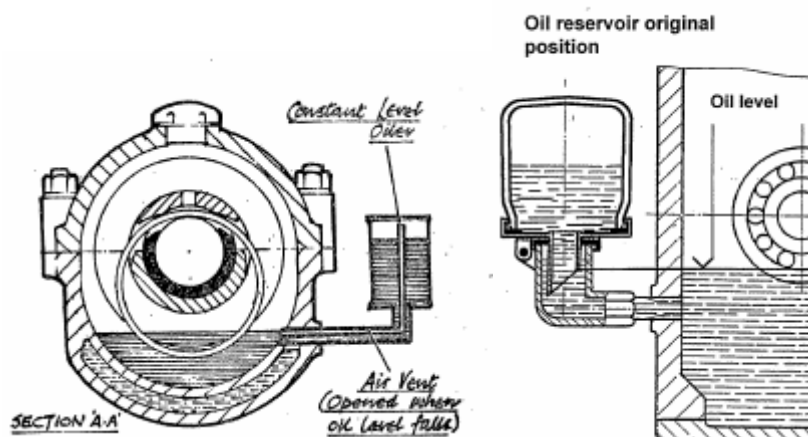


## اقدام اصلاحی

برای حل کردن این مشکل سوراخ دیگری بالاتر از سوراخ قبلی و در موقعیت مناسب روی بدنه هوزینگ برینگ تعبیه شد و Oil Pot بایک لوله مستقیم روی بدنه هوزینگ نصب شد که این کار باعث می شود با چرخاندن Oil Pot (شل و سفت کردن آن) باز هم در یک ارتفاع ثابت قرار گیرد و سطح روغن ثابت بماند.

## توضیح

تنظیم سطح مخزن شیشه ای روغن توسط میله تنظیم کننده همراه بادومهره بزرگی که روی آن پیچیده می شود و زیر مخزن شیشه ای قرار دارد تنظیم می شود. با پیچاندن این مهره ها Adjusting Nut (برای جلوگیری از شل شدن آنها در حین کار از دومهره استفاده می شود) به سمت بالا مخزن شیشه ای بالاتر قرار می گیرد (سطح روغن بالاتر می آید) و باعث تخلیه بیشتر روغن از مخزن شیشه ای بطرف هوزینگ برینگ می شود تا حالت تعادل برقرار شود.

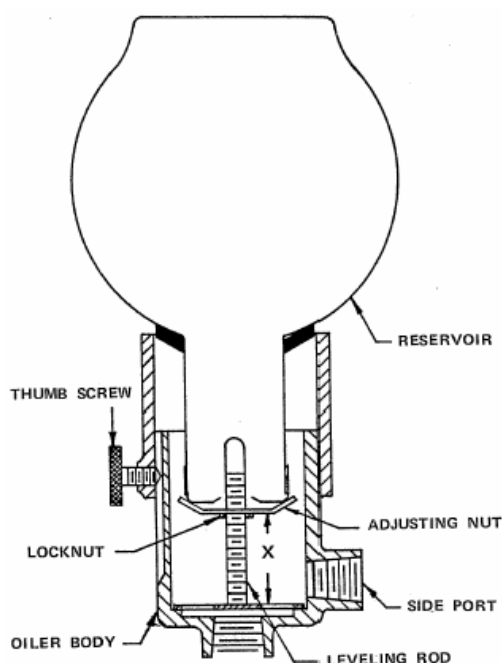


موقعیت قرارگیری مهره های زیر مخزن شیشه ای مبین سطح روغن داخل هوزینگ برینگ است و با بالا و پایین بردن مهره امکان تغییر دادن ارتفاع روغن وجود دارد. در شکل زیر یک نمونه Oil Pot با مخزن ذخیره روغن شیشه ای که در اکثر مراکز صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند نشان داده شده است.

## چند نکته:

- ۱- اگر لوله اتصال Oil Pot به محفظه یا اتاقان گرفتگی داشته باشد امکان تخلیه روغن وجود ندارد و با وجود روغن در محفظه شیشه ای امکان سوختن برینگ وجود دارد.
- ۲- گاهی مشاهده می شود که میله تنظیم کننده سطح داخل Oil Pot بنا به دلایلی مفقود یا برداشته شده است که این کار می تواند باعث از کار افتادن Oil Pot و عدم کنترل سطح روغن شود و در شرایطی سوختن برینگ ها و کاهش طول عمر آنها را در اثر فقدان روغن بوجود آورد.

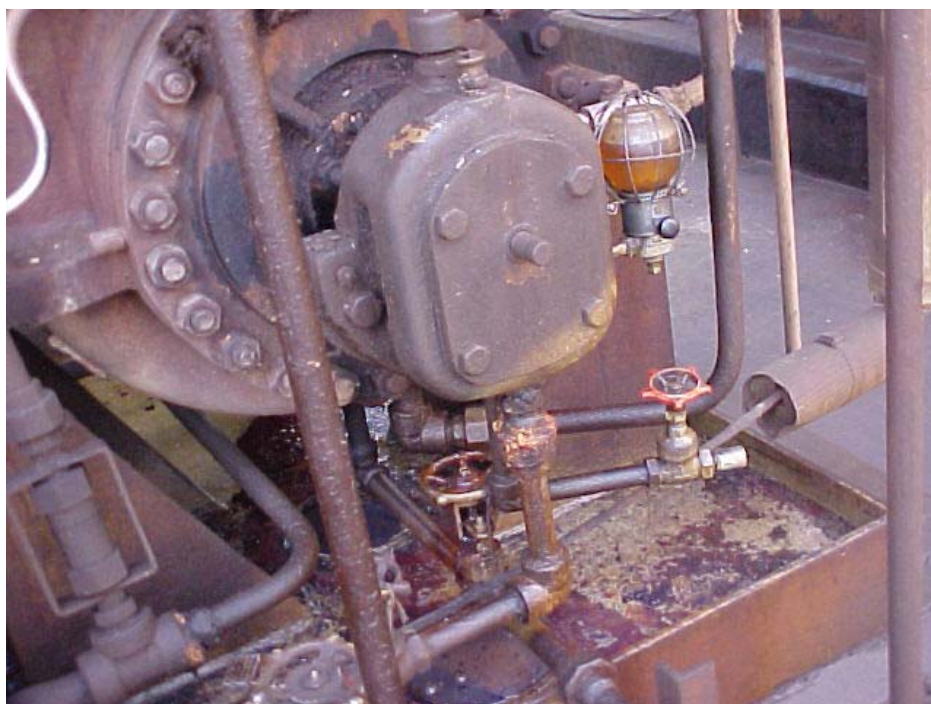
۳- اگر مخزن شیشه ای شکسته شده باشد یا ترک داشته باشد باعث می شود هواداخل آن نفوذ کند و روغن داخل آن در مدت زمان کوتاهی تخلیه شود و عمل این سیستم کاردهی خود را از دست بدهد.



پس علاوه بر اطمینان از پر بودن مخزن شیشه ای باید موارد فوق الذکر نیز در طی بازدیدها ی روزانه چک شوند.

## چک کردن هوزینگ برینگ ها

ورود بخارات آب ناشی از سیستم Steam Quench مکانیکال سیل ها و توربین های بخار به داخل هوزینگ برینگ ها و تبدیل به مایع شدن آنها در اثر سرد شدن و جمع شدن آنها در قسمت ته هوزینگ برینگ ها باعث زنگ زدگی و خرابی زودرس بال برینگ ها و اختلال در سیستم روانکاری می شود بخصوص برای پمپ هایی که بصورت Standby قرار می گیرند می تواند باعث از دست رفتن آنها در حین راه اندازی به دلیل خراب شدن بال برینگ و افزایش ارتعاشات گردد که در بعضی مواقع نیز منجر به ایجاد خسارت زیاد (نظیر جام شدن بال برینگ روی محور و.....) نیز می گردد.



## اقدام اصلاحی

نصب یک عدد ولو زیر هوزینگ برینگ ها و در محل مسیر تخلیه روغن بانصب این ولو هم امکان بررسی موجود بودن آب در داخل روغن (اب به دلیل سنگین تر بودن در قسمت ته هوزینگ برینگ جمع می شود) با نمونه گیری از روغن براحتی فراهم می شود و هم در حین تعویض روغن از ریخت و پاش روغن و الوده کردن محیط زیست جلوگیری می شود و هم امکان تخلیه آب داخل هوزینگ برینگ و صرفه جوئی در مصرف روغن کمک موثری می کند.

## مسائلی که در اثر ورود آب به داخل روغن بوجود می آید

۱- مخلوط آب و روغن باعث اختلال در سیستم روانکاری یا تاقتان ها و خرابی و کاهش طول عمر آنها می شود.

۲- آب با مواد شیمیائی مخلوط می شود و باعث خوردگی می شود.

۳- اب مخلوط شده باروغن تشکیل یک محلول چرب و غلیظی رامی دهد که می تواند باعث مسدود شدن فیلترهای روغن و کاهش طول عمر آنها شود.

۴- در اثر مخلوط شدن اب, روغن و هوا کف Foam بوجود می آید و در صورت بیرون آمدن آن از هوزینگ برینگ و نفوذ آن در عایق های توربین در صورتی که درجه حرارت به درجه مناسبی برسد ممکن است آتش بگیرد.

۵- اب باعث زنگ زدگی سطوح بدون پوشش مسیرهای می شود.

## لرزش پمپ های P-631 واحدهای ایزوماکس

لرزش پمپ های فوق از بدوره اندازی پالایشگاه وجود داشته است و با بالا رفتن دور افزایش پیدامی کرد و عامل بسیار بازدارنده ای برای بالابردن ظرفیت واحدهای ایزوماکس بود.

### مشخصات پمپ ها

- ۱- پمپ گریز از مرکز ۹ مرحله ای.
- ۲- نوع پمپ بشکه ای Barel Type
- ۳- دور پمپ حدود 5100 دور در دقیقه.
- ۴- مایع پمپ شونده Iso Feed.
- ۵- فشار خروجی 200 بار.
- ۶- نوع کاپلینگ نوع متاستریم.
- ۷- نوع یاتاقان Sleeve Bearing
- ۸- سیستم گرداننده پمپ توربین بخار.
- ۹- سیستم روغنکاری یاتاقان ها Forced Lubrication.

لازم به توضیح است که لرزش پمپ در جهت های افقی و عمودی بالابودولی لرزش توربین پایین و در حد مجاز بود و بیشترین مقدار لرزش در جهت عمودی و روی یاتاقان داخلی پمپ و روی فرکانس برابر دور پمپ اتفاق می افتاد.

### اقدامات انجام شده

- ۱- ارسال مکرر پمپ به کارگاه.
  - ۲- بالانس دقیق رتور شامل بالانس تک تک پروانه ها و سپس مونتاژ آنها روی محور و بالانس مجدد پروانه با محور و ......
  - ۳- دقت زیاد در اسمبل نمودن ( به دلیل Flexible بودن رتور برای جلوگیری از خمیدگی محور پمپ بصورت عمودی مونتاژ شد).
  - ۴- هم محوری دقیق و چک کردن وضعیت Hot Align در کمترین زمان ممکن پس از توقف پمپ.
  - ۵- دقت زیاد در ترو نمودن محور در کارگاه.
  - ۶- کلرنس گیری دقیق بوش ها، رینگ های فرسایشی و یاتاقان ها.
  - ۷- چک کردن کلرنس یاتاقان ها در حالت گرم و چک کردن Back Press یاتاقان ها.
- لازم به توضیح است که مدت تقریبی تعمیرات پمپ در کارگاه در هر بار حدود یک ماه بطول می انجامید.

## مشکلات در واحد

- ۱- جام کردن در حین گرم شدن (که گاهی باعث می شود مجدداً پمپ بازوبه کارگاه ارسال شود).
- ۲- کار کردن پمپ بالرزش زیاد.
- ۳- به خطر افتادن واحد در حین تعویض پمپ ها.
- ۴- کنده شدن عایق ها از روی لوله ها در اثر لرزش زیاد پمپ
- ۵- احتمال بیرون زدن مکانیکال سیل ها...

## اقدامات اولیه

۱- پس از تعمیر پمپ و نصب و هم محور کردن و گرم کردن تدریجی پمپ در واحد ابتدا پمپ بصورت بدون بار (با لوله خروجی بسته و باز کردن مسیر مینیم فلو) راه اندازی و در حین بالا آوردن دور در دورهای مختلف لرزه نگاری می شود در صورتی که لرزش در دور بالا و در حالت بدون بار حتی تا ۱۰ تا ۱۵ میلی متر بر ثانیه نیز می رسد باز کردن مسیر خروجی پمپ تحت Load قرار می گرفت و در این حالت مجدداً لرزه نگاری می شد.

۲- در صورت بالا بودن لرزش در این حالت طبق تجربیات قبلی پمپ از سرویس خارج می شد و Spacer در جای خود به اندازه چند سوراخ چرخانده می شد و مجدداً طبق مراحل قبل مجدداً توربین راه اندازی و لرزه نگاری می شد و این کار ادامه پیدامی کرد تا کمترین لرزش حاصل شود (این کار ممکن بود چند روز طول بینجامد) و در صورت بالا بودن لرزش هیچ راه حلی بجز باز کردن پمپ و ارسال آن به کارگاه و نصب پمپ یدک بجای آن پیدامی شد. البته در حین چرخاندن Spacer مشکلات دیگری نیز بوجود می آمدن جمله باعث کم شدن لرزش در یک جهت و افزایش آن در نقطه و جهت دیگری گردید.

## اقدام اصلاحی

باتوجه به این که موقعیت قرارگیری Spacer تاثیر بسیار زیادی روی میزان لرزش داشت بیشترین توجهات به آن معطوف می شد و اقدامات متعددی روی آن انجام شد.

۱- اندازه گیری دقیق مقدار لقی Spigot کوپکینگ ها با Spacer.

۲- چک کردن دقیق اوتی کوپلینگ ها.

۳- نو کردن Metastream Coupling های دو طرف Spaer.

۴- بالانس کردن Spacer روی ماشین بالانس با ساختن مندرل مخصوص برای آن.

۵- تعویض کاپلینگ از Single متاستریم به Double متاستریم که باعث سنگین تر شدن Space می گردید و تاثیر آن چنانی روی لرزش نداشت.

۶- جایگزین کردن Gear Coupling بجای متاستریم.

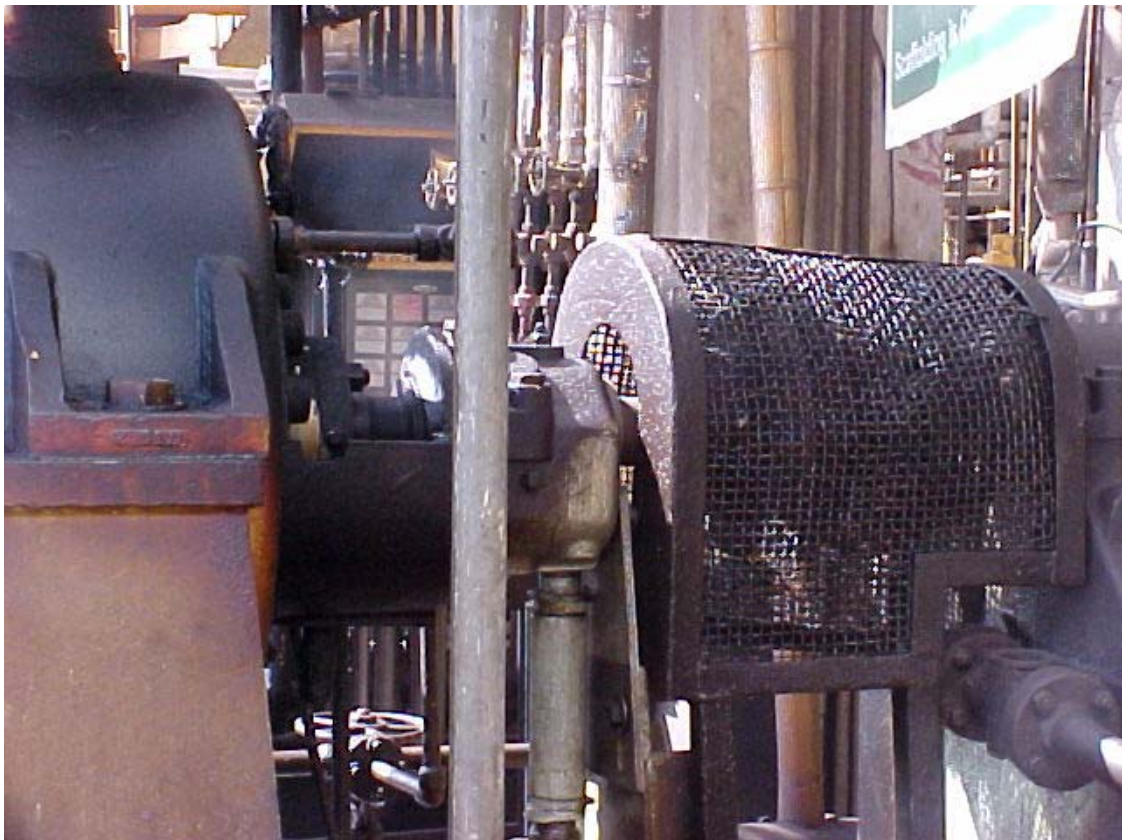
۷- سفارش و خرید Spacer نوع جدید با Flexibility بالاتر و نصب آن .

که هیچ کدام از موارد فوق کار ساز نبود.

همچنین اقدامات دیگری نیز به شرح زیر انجام شد:

۱- ایجاد تغییرات جزئی روی لوله های ورودی و خروجی پمپ (نصب فلنج در چند موقعیتی که لوله ها با هم جوشکاری شده بودند)

۲- Felexible کردن لوله Drain روغن زیر هوزینگ برینگ ها.



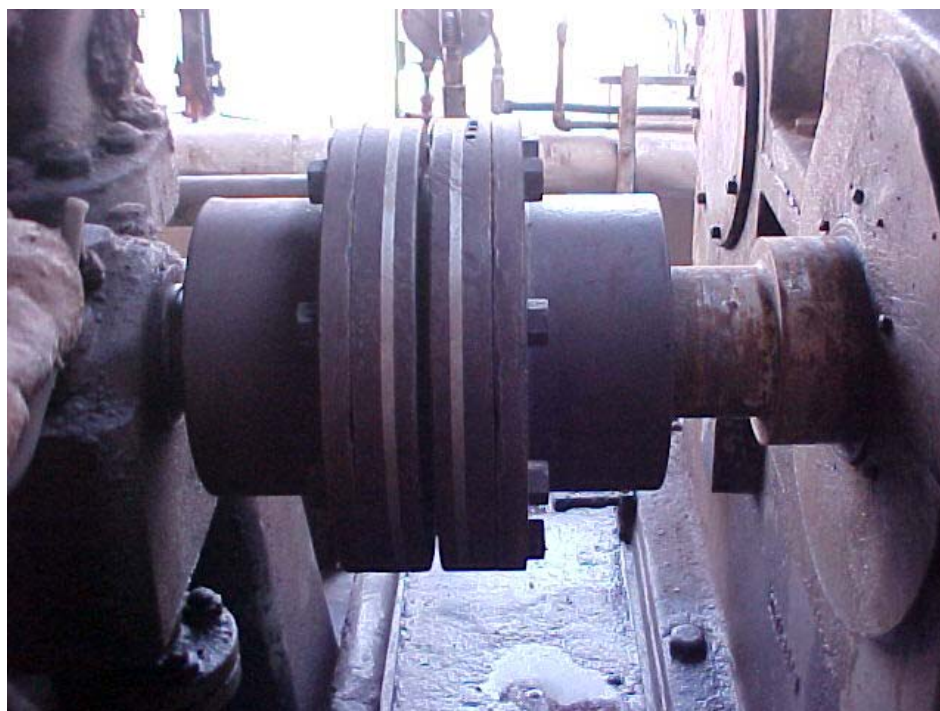
#### راه حل مشکل

باتوجه به این که بیشترین دامنه ارتعاشات در جهت عمودی هوزینگ برینگ طرف داخلی بود و باتوجه به طویل بودن این قسمت به نظرمی رسید که حالت نعلق داشته باشد که تصمیم به تعبیه و نصب ساپورت زیر هوزینگ برینگ پمپ گرفته شد که مهار کردن این قسمت باعث شد علاوه بر کاهش لرزش جهت عمودی لرزش در کلیه نقاط پمپ کاهش پیدا کند و از ۳۰ میلیمتر بر ثانیه به ۲/۸ میلیمتر بر ثانیه برسد.

در جدول زیر مقادیر لرزش قبل و بعد از انجام Modification فوق آورده شده است.

## لرزش توربین های PT-2206

لرزش این توربین هادر حالت دیسکاپل پایین و در حد قابل قبولی بود ولی پس از بستن کوپلینگ و راه اندازی توربین، لرزش در جهت افقی طرف داخلی توربین بالامی رفت. تجربه نشان داده بود که با چرخاندن Spacer لرزش توربین تغییر می کند و گاهی اوقات نیز ممکن بود با کم شدن لرزش یک طرف لرزش طرف دیگر افزایش پیدا کند و حتی با قرار دادن Spacer در موقعیت قبلی لرزش با قبل آن متفاوت بود.



لازم به توضیح است باتوجه به محل نصب این توربین ها که در محیطی مرطوب است و مشکلی که قبلا روی یکی دیگر از همین توربین ها بوجود آمده بود در جلسات تشکیل شده تصمیم به چک کردن مداوم Over Speed این توربین ها بصورت ماهیانه گرفته شده بود که پس از هر بار Over Speed کردن توربین (که لزوماً Spacer باید بازمی شد) گاهی اوقات چندین روز طول می کشید تا لرزش به حالت قبل از Over Speed برسد و باعث ایجاد مشکلات متعددی برای عملیات واحد نیز می گردید.

### اقدامات انجام شده

۱- تعویض Spacer و نصب Spacer نو.

۲- چک کردن کوپلینگ ها و Spigot های آنها.

۳- باتوجه به این که فرکانس ارتعاشات روی فرکانس برابر دور بود اقدام به بالانس Spacer نیز گرفته شد.

۴- Spacerهای قدیمی نسبت به نوهاییتر بودند.

۵- تارسیدن به لرزش قابل قبول Spacer روی کوپلینگ ها چرخانده می شد و در هر بار توربین راه اندازی و ارتعاشات آن اندازه گیری می شد تا نتیجه مطلوب حاصل شود.

لازم به توضیح است که این مشکل دقیقاً برای توربین مشابهی که جدیداً خریداری و نصب شده بود نیز وجود داشت و همین مشکل باعث شده بود توربین نو نیز چند بار بازوبه کارگاه ارسال شود که هیچ گونه مشکلی نیز روی آن مشاهده نشد و حتی قرار بود کارشناسان کارخانه سازنده برای رفع مشکل به پالایشگاه بیایند که می توانست با رمالی سنگینی رادری داشته باشد.

بررسی های انجام شده مبین پایین بودن Flexibility کوپلینگ های نوع متاستریم بود که مشکل با تعویض Spacer نو و نصب یکی دیگر از Spacerهایی که شرایط لرزش روی توربین آن خوب بود مرتفع و مشکل بطور کامل حل شد.

البته لازم به توضیح است که باتوجه به موارد عنوان شده فوق و مناسب نبودن کوپلینگ های قدیمی اخیراً با تغییر دادن نوع کوپلینگ از متاستریم به Gear Coupling که دارای Flexibility بسیار بالاتری است و امکان ساخت و تهیه آن در داخل کشور به راحتی فراهم است این مشکل مرتفع شده و نتیجه آن نیز مطلوب بوده است.

## لرزش پمپ P-157

لرزش پمپ والکتروموتور فوق به تدریج افزایش پیدا نموده بود بطوری که بسیار بالاتر از حد مجاز قرار گرفته بود.

### مشخصات پمپ

- ۱- پمپ گریز از مرکز دو مرحله ای
- ۲- گرداننده الکتروموتور ۲۳۵ کیلووات
- ۳- مایع پمپ شونده Vaccume Bottom

### اقدامات انجام شده

- ۱- ارسال پمپ به کارگاه جهت تعمیر کلی.
  - ۲- ارسال الکتروموتور جهت تعمیرات کلی به کارگاه.
  - ۳- باتوجه به این که فرکانس های ارتعاشی مبین ناهم محوری Misalignment بود پمپ والکتروموتور برای چندین باروبه روش های متعدد با استفاده از ساعت های اندازه گیر باهم هم محور شدند.
  - ۴- چک کردن سیستم لوله کشی، ساپورت ها و Spring Hanger ها.
  - ۵- چک کردن فوندانسیون از نظر ترک خوردگی.
- با انجام اقدامات فوق باز مشکل مرتفع نشد.

### علت

پس از بررسی های متعددی که انجام شد مشخص شد که مشکل اصلی مربوط به نفوذ مایعات نفتی زیر فوندانسیون بوده که به دلیل چرب بودن، باعث حرکت جزئی فوندانسیون روی لایه ای از مواد نفتی می شود و منجر به ایجاد ارتعاشات زیاد می گشت که با خاک برداری اطراف فوندانسیون و تخلیه مواد نفتی و شناسائی و رفع نشتی مواد نفتی از سر منشان و پر کردن مجدد اطراف فوندانسیون با خاک خشک مشکل مرتفع شد.

## لرزش زیاد پمپ P-505

پمپ فوق چندین هفته قبل در سرویس قرار داشت و همه چیزان عادی بود و لرزش پمپ نیز در حد مجاز قرار داشت ولی پس از راه اندازی مجدد پمپ پس از چند هفته به دلیل لرزش و سرو صدای زیاد از سرویس خارج شد. پس از باز کردن هوزینگ برینگ ها ملاحظه شد که یاتاقان خارجی پمپ به شدت آسیب دیده است در صورتی که قبلا سالم بوده و در طی این مدت کار هم نکرده بود.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز

۲- نوع یاتاقان ها بال برینگ

### علت

پس از بررسی های بعدی مشخص شد که دلیل اصلی خرابی بال برینگ به دلیل لرزش زمینه روی پمپ بوده که از طریق مسیر لوله های پمپ کناری روی پمپ اعمال می شده و باعث لرزش پمپ در حالت استاتیکی (حرکت مداوم ساچمه ها روی کنس بال برینگ) و خرابی تدریجی بال برینگ شده بود. لازم به توضیح است که اگر سیستم ساپورتینگ و مهار لوله ها درست طراحی نشده باشد علاوه بر ایجاد ارتعاشات زیاد روی پمپ حتی باعث انتقال لرزش روی پمپ کناری (یدک) که لوله های ورودی و خروجی آنها مشترک است نیز می شود و نتیجه آن خرابی تدریجی بال برینگ و ایجاد خسارت روی پمپ هم که در سرویس نبوده می شود.

### توصیه:

۱- لرزه نگاری و مراقبت های لازم از پمپ هایی که در سرویس نیستند.

۲- چک کردن و بررسی لرزش سیستم لوله کشی پمپ ها.

۳- اطمینان از تنظیم بودن Spring Hanger ها.

۴- تعویض پمپ ها در پریودهای مناسب.

۵- تصحیح سیستم ساپورتینگ لوله ها.

## لرزش پمپ P2-153

لرزش یاتاقان خارجی پمپ فوق بیشتر از حد مجاز بود.

### مشخصات پمپ

۱- نوع پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای.

۲- نوع پروانه Double Suction.

۳- فرکانس غالب ارتعاشات روی پنج برابر دور.

۴- جهت ارتعاشات در جهت عمودی.

۵- تعداد Vane های پروانه پنج عدد.

### اقدامات انجام شده

۱- چک کردن و تعویض یاتاقان ها.

۲- چک کردن هوزینگ برینگ ها.

۳- اطمینان از هم محوری هوزینگ برینگ ها.

۴- Alignment دقیق الکتروموتور و پمپ.

۵- ارسال پمپ به کارگاه جهت چک و بررسی ان.

### علت

پس از بررسی های متعدد مشخص شد که علت اصلی لرزش به بدلیل خوردگی و ناصاف شدن داخل

ولوت پمپ در قسمت راهگاه خروج مایع از پمپ بود

لازم به توضیح است که به دلیل به هم خوردن شکل ایرودینامیکی راهگاه خروجی ولوت در این ناحیه

باعث ایجاد توربولانس و جریان های گردابی می شود و باعث می شود در هر دوری که پروانه می

چرخد و هر کدام از Vane های پروانه می خواهد مایع را از این ناحیه بیرون کند پنج مرتبه پروانه تحت

توربولانس و اغتشاش مایع قرار گیرد و ایجاد ضربه نماید (چون پروانه دارای پنج عدد Vane است) و نهایتاً

ایجاد ارتعاش در فرکانس پنج برابر دور شود.

مشکل فوق با جوشکاری در این ناحیه و فرم گرفته ماهی دادن به این لبه برای جلوگیری از توربولانس

مرتفع گردید. این مشکل بیشتر در پمپ هایی که فشار آنها بالا باشد و بخصوص در مواقعی که پمپ

در غیر از شرایط عملیاتی مطلوب در سرویس قرار می گیرد اتفاق می افتد.

## لرزش الکتروموتور P-802

پمپ فوق به دلیل مشکلات مکانیکی که برای آن بوجود آمده بود بازوبه کارگاه ارسال شد که مدت تعمیر آن در کارگاه حدود دو هفته طول کشید ولی پس از نصب و هم محور کردن پمپ و الکتروموتور و راه اندازی پمپ ملاحظه شد که باتوجه به وضعیت فبلی الکتروموتور که کاملاً قابل قبول بود لرزش آن افزایش پیدا کرده بود و دستگاه آنالیز ارتعاشات نیز خرابی بال برینگ را تأیید می نمود که به دلیل فوق و همچنین سروصدای زیاد یاتاقان داخلی الکتروموتور از سرویس خارج و به کارگاه ارسال گردید.

### مشاهدات

- ۱- قبل از ارسال پمپ به کارگاه الکتروموتور هیچ گونه اشکالی نداشت و لرزش آن در حد مجاز بود.
- ۳- پس از باز شدن الکتروموتور در کارگاه برق مشاهده شد که داخل هوزینگ برینگ طرف داخلی الکتروموتور زنگ زدگی زیادی وجود دارد
- ۳- پس از تمیز کاری بال برینگ طرف داخلی و تمیز کاری محفظه آن الکتروموتور بسته شد.
- ۴- الکتروموتور در کارگاه راه اندازی شد و وضعیت آن از هر لحاظ خوب بود.
- ۵- الکتروموتور به واحد منتقل شد و پس از هم محور کردن کاپل و در سرویس قرار گرفت.

### علت

بررسی های بعدی نشان داد که به دلیل سالم نبودن کاسه نم د طرف داخلی الکتروموتور و پاشیدن آب بطرف آن در حین تمیز کاری اطراف الکتروموتور آب داخل هوزینگ طرف داخلی نفوذ پیدا کرده و باعث زنگ زدگی و خرابی یاتاقان در مدت زمان تقریباً کمی شده است.

### توصیه

به کارگران تنظیفات واحدها باید آموزش های لازم در جهت درست تمیز کردن واحدها و پاشیدن آب روی یاتاقان ها و همچنین پاشیدن آب روی پمپ ها و دیگر دستگاه های با درجه حرارت بالا که می تواند منجر به ایجاد تنش های حرارتی و ترک خوردن بدنه دستگاه ها شود توصیه های لازم بشود.

## لرزش پمپ های جدید P-103

پمپ های فوق که از نوع گریز از مرکز دو مرحله ای است در واحد تقطیر نصب شده اند دارای ظرفیت بیشتری نسبت به پمپ های قدیمی هستند و طی تجربه ملاحظه شده که ظاهراً تغییرات لرزش این پمپ ها با شرایط عملیاتی بسیار متغیر است و بدون هیچ اقدام مکانیکی لرزش از ۱/۸ میلیمتر بر ثانیه تا ۱۰ میلی متر بر ثانیه در زمان های مختلف اندازه گیری شده است و در مواقعی که لرزش پمپ افزایش پیدامی کند لرزش لوله ها نیز زیاد می شود.

### اقدامات انجام شده

۱- مهار کردن لوله های ورودی و خروجی (از قسمت فلنچ ها) برای حذف Pipe Stress.

۲- چک کردن موقعیت لوله های ورودی و خروجی با نازل های ورودی و خروجی پمپ.

۳- ارسال پمپ به کارگاه جهت چک کردن بالانس رتور.

۳- چک کردن دقیق هم محوری.

که مشکلی مشاهده نشد.

### علت

طی بررسی های انجام شده مشخص شده دلیل اصلی لرزش پمپ های فوق به واسطه افزایش سرعت مایع در لوله های ورودی و خروجی پمپ و ایجاد توربولانس در داخل لوله ها است که با توجه به ساپورتینگ نامناسب لوله ها و کوچک بودن سایز لوله ها برای این مقدار فلوی باعث تشدید لرزش بخصوص در مواقعی که تغییرات فلوی بیشتر می شود.

لازم به توضیح است که ظرفیت پمپ های جدید نسبت به پمپ های قدیمی تقریباً پنجاه درصد افزایش پیدا کرده در صورتی که سایز لوله های ورودی و خروجی هیچ گونه تغییری نکرده است.

## لرزش بالای یاتاقان تراست پمپ P-111

لرزش یاتاقان تراست پمپ فوق بیشتر از حد مجاز بود و نتایج لرزه نگاری و آنالیز ارتعاشات مبین لرزش روی فرکانس دوبرابر دور بود.

### اقدامات انجام شده

- ۱- چک کردن هم محوری بین پمپ و الکتروموتور.
  - ۲- تعویض بال برینگ های تراست.
  - ۳- ارسال پمپ به کارگاه جهت تعمیر.
  - ۴- تعویض هوزینگ برینگ.
- ولی باز مشکل مرتفع نگردید و پمپ بال لرزش بالا کار می کرد.

### علت

لرزش روی فرکانس دوبرابر دور در جدول راهنمای آنالیز ارتعاشات به عنوان لقی مکانیکی معرفی شده است ولی باتوجه به این که پس از باز شدن پمپ در کارگاه هیچ گونه لقی مشاهده نشده بود به ناهم محوری هوزینگ برینگ روی بدنه پمپ شک شد. برای شناسائی این مشکل با استفاده از یک ساعت اندازه گیر مخصوص ساعت اندازه گیر روی انتهای شافت بسته شدنوک پلانجر ان روی صورت هوزینگ برینگ (محل نصب کاور هوزینگ برینگ) قرار داده شد و با صفر کردن ان در موقعیت ساعت ۱۲ و نیم دور چرخاندن محور انحراف ایجاد شده در ساعت ۶ قرائت گردید که مقدار ان ۰.۰۱۴ اینچ بود که این انحراف مبین ناهم محوری هوزینگ برینگ روی بدنه است که منجر به ایجاد ارتعاشات زیاد می شود.



## اقدام اصلاحی

تنظیم هم محوری هوزینگ برینگ خارجی روی بدنه پمپ با استفاده از شیمز برای مرتفع نمودن این گونه موارد ابتدا باید بررسی های لازم را انجام داد که این ناهم محوری مربوط به هوزینگ برینگ است یا مربوط به بدنه است.

برای متمایز کردن این دو مورد بهتر است ابتدا این چک روی هوزینگ برینگ که راحت تر امکان پذیر است انجام شود و در صورتی که هوزینگ برینگ مشکلی نداشته باشد حتما عیب مربوط به تاب برداشتن بدنه پمپ است. برای چک کردن هوزینگ برینگ بایدان را روی ماشین تراش بست و سطح صورت ان را با ماشین تراش تنظیم و انحرافات ان را به صفر رساند و در همین موقعیت با ساعت اندازه گیر قسمت های مختلف داخل هوزینگ برینگ (محل قرار گیری یاتاقان ها) چک می شوند که اگر انحرافی روی ساعت رخ ندهد همین سالم و بدون عیب بودن هوزینگ برینگ است و مشکل مربوط به بدنه پمپ است که برای اصلاح ان بایدان را روی بورینگ ماشین تنظیم و نسبت به صورت تراشی ان اقدام گردد.

یک راه حل میان بردگیری نیز وجود دارد و ان تنظیم کردن هوزینگ برینگ روی بدنه با استفاده از شیمز است که با توجه به انحرافات قرائت شده روی ساعت اندازه گیر با قرار دادن شیمز های با ضخامت مناسب انحرافات را به صفر رساند و مشکل را مرتفع نمود.

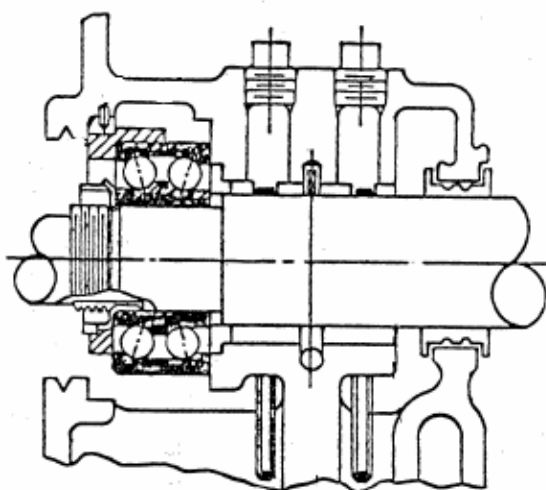
لازم به توضیح است که در پمپ هائی که مایعات گرم پمپ می کنند ممکن است به مرور زمان تغییر شکل در بدنه بوجود آید و منجر به این گونه مشکلات گردد.

## لرزش پمپ P-157

لرزش یاتاقان خارجی پمپ فوق بیشتر از حد مجاز بود و فرکانس لرزش روی یک و دو برابر دور پمپ بود.

### مشخصات پمپ

- ۱- پمپ گریز از مرکز دو مرحله ای
- ۲- مایع پمپ شونده Vacuum Bottom
- ۳- یاتاقان خارجی پمپ شامل یک عدد سیلیو برینگ جهت کنترل نمودن نیروهای شعاعی و دو عدد بال برینگ تماس زاویه ای برای نیروهای محوری.
- ۴- یاتاقان داخلی پمپ سیلیو برینگ



### اقدامات انجام شده

- ۱- چک کردن وضعیت هم محوری پمپ و الکتروموتور.
- ۲- چک کردن سیستم روغنکاری Oil Ring.
- ۳- چک کردن و اندازه گیری کلرنس یاتاقان.
- ۴- چک کردن و تعویض بال برینگ ها.
- ۵- چک کردن لوله های کولر برای اطمینان از Pipe Stress.
- ۶- ارسال پمپ به کارگاه دلیل شک کردن به لقی مکانیکی.

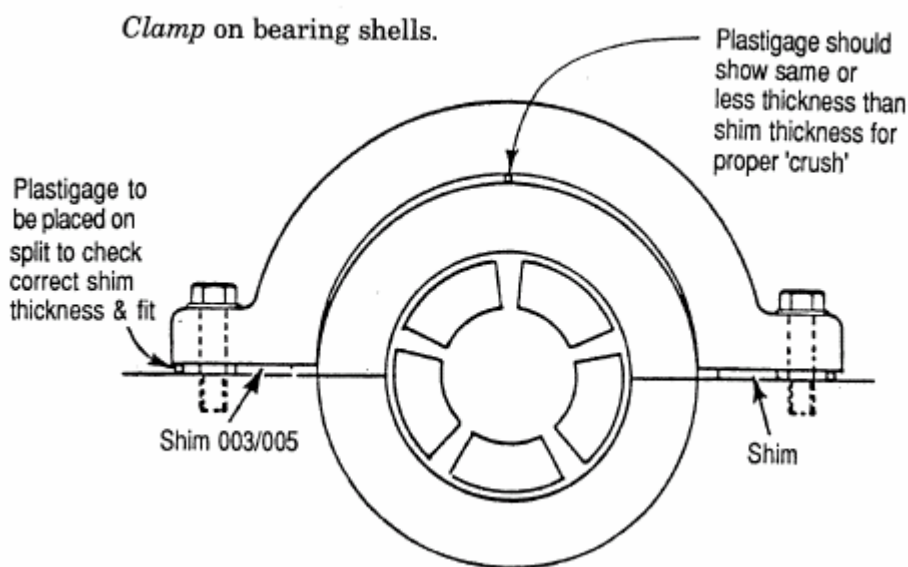
### علت

باتوجه به بررسی های انجام شده مشخص گردید که علت اصلی لرزش ازاد بودن سیلیو برینگ در داخل هوزینگ برینگ بوده که با تعویض برینگ نیز مشکل حل نمی شد و نهایتاً با گراوند کردن سطح نشیمن گاه کاور برینگ مشکل حل شد.

لازم به توضیح است که یکی از مهمترین مسائلی که برای یاتاقان های لغزشی یا بوشی مطرح و مهم است اطمینان پیدا کردن از تماس کامل قسمت پشت یاتاقان (قطر بیرونی) با محلی است که در پوسته یاتاقان (قطر داخلی محل قرار گیری یاتاقان) ان قرار می گیرد Bearing Clamp چون اگر بین این دو فاصله بیفتد در حین کاربرینگ حرکت می کند و باعث ایجاد ارتعاشات می شود و وجود هوا بین برینگ و کاور باعث تشکیل یک فیلم مقاومت حرارتی بالا در این قسمت می شود و باعث عدم انتقال حرارت از یاتاقان به پوسته یاتاقان و نهایتا گرم شدن روغن و پایین آمدن ویسکوزیته ان و کم شدن ضخامت فیلم روغن و خرابی زودرس یاتاقان و لرزش و ارتعاش می شود که توصیه اکید براین است که در حین تعمیرات اساسی یا تعویض یاتاقان ها علاوه بر چک کردن کلرنس یاتاقان این موضوع مورد توجه قرار گیرد که اصطلاحا به ان Crush گفته می شود .

### روش اندازه گیری Bearing Crush یاتاقان

این کار در Shell Bearing با استفاده از Lead Wire هائی که در قسمت بیرونی یاتاقان بین پوسته بیرونی یاتاقان و قسمت داخلی کاور در محل قرار گیری یاتاقان قرار داده می شود اندازه گیری می شود و روش کار به این صورت است که پس از قراردادن کفه های بالایی و پایینی یاتاقان و سفت کردن پیچ های دو کفه یاتاقان، وایرهای سربی با ضخامت کسری از میلیمتر روی پوسته بیرونی یاتاقان قرار می گیرد و کاور یاتاقان بسته می شود و مجددا بازمی شود که این عمل باعث لهیدگی و ایرسربی می شود که ضخامت و ایر لهیده مبین مقدار Crush است .



البته چون این فاصله خیلی کم است و فضای کافی برای لهیده شدن و ایرسربی نیست و همچنین مقاومت و ایرسربی در مقابل تغییر شکل می تواند باعث خطا در اندازه گیری شود، در عمل به این

صورت عمل می شود که بین دو کفه بالایی و پایینی کاور برینگ های دوطرف شیمز هایی با ضخامت حدود یک تا دو میلی متر قراردادده می شود تا بتوان وایرسربی ضخیم تری را روی کفه بالائی یا تاقان قرارداد و فضای لازم برای لهیده شدن وایرسربی فراهم باشد که در این روش پس از محکم کردن پیچ های کاور و باز کردن آن اختلاف بین ضخامت وایرهای لهیده شده سربی و ضخامت شیمزی که بین کاور ها قرار گرفته مبین فاصله پشت یا تاقان است که اصطلاحاً به عنوان Back Press معروف است و مقدار آن از دو تا سه هزارم اینچ نباید بیشتر باشد.

## لرزش زیاد توربین بخار PT-2101

مشکل توربین فوق لرزش زیادان بود.

### مشخصات توربین

۱- کارخانه سازنده توربین Terry.

۲- فشار ورودی ۶۰۰ پوند.

۳- فشار خروجی ۶۰ پوند.

### اقدامات انجام شده

۱- چک کردن یاتاقان ها.

۲- چک کردن هم محوری .

۳- اطمینان از خشک بودن بخار.

که با انجام این اقدامات مشکل حل نشد.

### علت

طی بررسی های انجام شده در واحد مشخص شد که علت اصلی لرزش عدم کارائی تله بخار Steam Trap نصب شده در زیر توربین بود که باباز کردن مسیر Drain لرزش کم شد.

توضیح این که برای خارج کردن بخارات مرطوب داخل توربین که حین کار ممکن است بوجود آید و به دلیل بیشتر بودن دانسیته سیال در کف توربین در تمامی توربین ها از قسمت لوله Drain توربین یک لاین گرفته می شود و با نصب تراپ (تله بخار) بخارات مرطوب در حین کار توربین را خارج می کنند در صورتی که این تله بخار خوب عمل نکند بخارات مرطوب به پره های توربین برخورد می کنند و باعث ایجاد لرزش روی رتور و یاتاقان های توربین می شود.

برای اطمینان از صحت کار تله بخار و این Case می توان باباز کردن مسیر Drain در حین کار توربین و اندازه گیری لرزش ازان مطمئن شد.

همچنین در توربین هائی که خروجی آنها خلا است برای بیرون آوردن بخارات مرطوب داخل توربین از اژکتوری که به ان Casing Ejector گفته می شود استفاده می گردد.

## لرزش و سروصدای زیاد چرخ دنده های جنابی PG-101

مشکل اصلی چرخ دنده های گیربکس های فوق لرزش و سروصدای زیاد ناشی از فرسودگی و زیاد شدن Back Lash آنها هابود.

### مشخصات چرخ دنده

۱- نوع چرخ دنده جنابی یا هلیکال کاهنده دور

۲- قدرت انتقالی 850 اسب بخار

۳- نسبت دنده 25:2/1

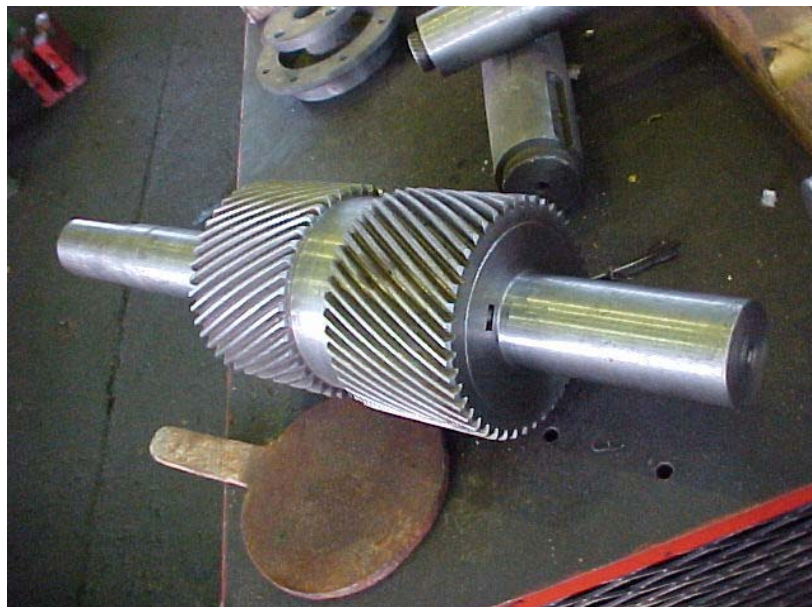
۴- رابط بین توربین و پمپ

۵- قیمت خرید حدود 12 میلیون تومان

### اقدام اصلاحی

سروته نمودن چرخ دنده های گیربکس

باتوجه به این که جهت دوراین گیربکس هاهمیشه دریک جهت است می توان نتیجه گرفت که فقط یک طرف دنده ها کار انتقال قدرت را انجام می دهند و نهایتا طرف دیگر دنده ها سالم می ماند که با کمی دقت روی دنده ها این مورد کاملا مشهود است. این کار ابتدا بصورت آزمایشی روی یکی از چرخ دنده ها انجام شد که نتیجه ان کاملا رضایت بخش بود.



لازم به توضیح است که پینیون و شافت ان باهم یک پارچه اندولی چرخ دنده بزرگتر با کلیدروی محور نصب می شود که امکان بیرون آوردن شافت از روی چرخ دنده وجود دارد. این عملیات طبق پروسه زیر انجام می شود:

۱- بیرون آوردن چرخ دنده بزرگتر و عکس قرار دادن آن روی محور.

۲- بریدن دو طرف پینیون و سوراخ کردن آن.

۳- شریک کردن محور با قطر بالاتر در داخل آن با استفاده از کلید.

۴- ترو کردن مجموعه روی محور.

۵- تراشکاری طرفین محور تا رسیدن به اندازه مطلوب.

۶- سنگ زدن محل قرارگیری یاتاقان ها.

۷- مونتاژ چرخ دنده ها در داخل بدنه گیربکس.

این عملیات تاکنون برای چندین گیربکس مستعمل انجام شده که همگی در سرویس قراردادارند و شرایط کاردهی آنها دقیقاً مثل گیربکس نو است.

## چرخ دنده های گیربکس PG-2206

مشکل اصلی چرخ دنده های گیربکس های فوق نیز لرزش و سروصدای زیاد ناشی از فرسودگی و زیاد شدن Back Lash آنها هابود.

### مشخصات چرخ دنده

۱- نوع چرخ دنده جناقی یا هلیکال کاهنده دور

۲- قدرت انتقالی ۱۷۵۰ سب بخار

۳- نسبت دنده 25:2/1

۴- رابط بین توربین و پمپ

### اقدام اصلاحی

سروته نمودن چرخ دنده های گیربکس پینیون که باروش قبلی انجام شد.

باتوجه به اختلاف ناچیز بین قطر شافت و پینیون (قطر پینیون حدود یک اینچ بیشتر از قطر شافت است) امکان سوراخ کردن پینیون به روش قبلی (مثل چرخ دنده های پمپ های ۱۰۱ و ۲۰۰۱) فراهم نبود که با انجام یک عملیات ابتکاری این کار انجام شد. بدین صورت که داخل پینیون به اندازه قطر شافت (در محل نصب کوپلینگ) تراشکاری و جاکلید در آورده شد و سپس با ساختن یک شافت پله دار و جازدن آن در داخل پینیون و سپس نصب یک عدد سیلندر طرف دیگران جهت رسیدن به قطر اولیه پینیون این کار انجام گردید که مراحل آن به قرار زیر است:

۱- بیرون آوردن چرخ دنده بزرگتر با گرم نمودن آن و انداختن وزنه روی آن توسط کرن سقفی و عکس کردن جهت آن روی محور.



۲- بریدن یک طرف پینیون و سپس بستن طرف دیگر پینیون روی محور و ترو کردن قسمت های مختلف پینیون (Round و Face) روی ماشین تراش و سپس تراشکاری و سوراخ کردن آن.

۳-بریدن طرف دیگر پینیون.

۴-درآوردن جای کلید در داخل پینیون.

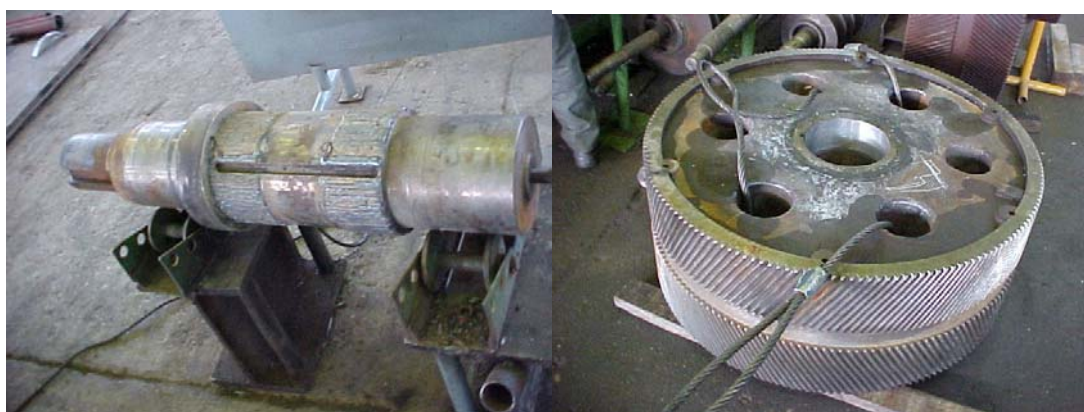
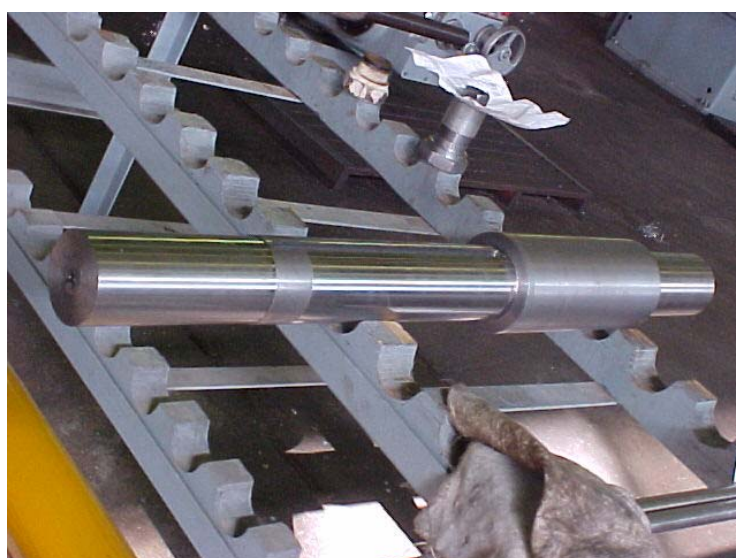
۵-ساخت محور طبق نقشه با ابعاد بالاتر محل قرار گیری یاتاقان ها و کوپلینگ.

۶--شرینک کردن محور با قطر بالاتر در داخل آن با استفاده از کلید.

۷-بستن مجدد پینیون و شافت روی ماشین تراش و ترو کردن دقیق مجموعه روی محور.

۸-تراشکاری محل قرار گیری یاتاقان ها و کوپلینگ .

۹-سنگ زدن محل قرار گیری یاتاقان ها.



## لرزش محوطه اطراف ژنراتور

لرزش زمینه در اطراف یکی از ژنراتورهای برق پالایشگاه باعث ایجاد نگرانی برای عملیات شده بود. لازم به توضیح است که بین فوندانسیون و محوطه اطراف مولد (که لرزش در آن قسمت بالا بود) یک فاصله حدود ۳۰ سانتیمتری وجود دارد که باشکته های فلزی (جالی) قابل برداشتن پر شده بود.

### مشخصات ژنراتور

- ۱- توربوژنراتور بخاری ۱۶ مگاوات.
- ۲- کارخانه سازنده زیمنس.
- ۳- دور توربین ۶۰۰ دور در دقیقه که توسط گیربکس کاهنده دوران روی مولد برق به ۱۵۰۰ دور در دقیقه می رسد.

### اقدامات انجام شده

- ۱- لرزه نگاری در جهت های مختلف از کلیه یاتاقان های توربین گیربکس و مولد و مقایسه آن با مولدهای دیگر و جداول استاندارد سلامت ماشین آلات که همه در حد مجاز بودند و حتی بعضی از نقاط آن کمتر از مولدهای دیگر بود.
  - ۲- برچیدن موزائیک های اطراف و چسباندن مجدد آنها (احتمال می رفت به دلیل جدا شدن آنها از روی فوندانسیون باعث تشدید لرزش شوند).
  - ۳- بررسی کلیه قسمت های فوندانسیون.
  - ۴- اچار کشی کلیه Anchor Bolt های بین Base Plate و فوندانسیون.
  - ۵- بازدید از کلیه ستون های سیمانی زیر فوندانسیون و لرزه نگاری آنها.
  - ۶- چک کردن کلیه فلنچ ها و حذف تنش های ناشی از سیستم لوله کشی (اب خنک کننده ورودی و خروجی کوئل های دو طرف مبدل).
  - ۷- چک کردن وضعیت Alignment بین گیربکس و مولد و چک کردن کوپلینگ های آنها.
  - ۸- لرزه نگاری کلیه قسمت های اطراف فوندانسیون (فرکانس لرزش روی ۱۵۰۰ سیکل در دقیقه بود).
  - ۹- چک کردن Air Gap بین رتور و استاتور در قسمت های مختلف.
  - ۱۰- چک کردن کلرنس یاتاقان های مولد.
- که با انجام کلیه موارد فوق تغییری حاصل نشد و مشکل کماکان وجود داشت.

### علت

پس از بررسی های انجام شده با توجه به این که فرکانس غالب ارتعاشات روی ۱۵۰۰ سیکل در دقیقه بود (دور ژنراتور نیز همین مقدار بود) نسبت به نابالانسی رتور ژنراتور شک گردید که اقدام به بالانس آن در محل شد که با انجام بالانس Field Balance مشکل نیز برطرف گردید. علت اصلی لرزش

فوندانسیون مربوط به نابالانسی رتورژنراتور بوده که احتمالاً فرکانس آن با فرکانس طبیعی Structure یکسان می شده و باعث لرزش اطراف می گردیده است. لازم به توضیح است که با توجه به دورپایین مولد و کم بودن لرزش یاتاقان ها و بدنه گیر باکس و فوندانسیون از نظر منطقی هیچ گونه شک نسبت به نابالانس شدن رتورژنراتور نمی شد.

## لرزش توربین CT-1301

پس از تریپ نمودن توربین فوق و در سرویس آمدن مجددان لرزش توربین بیش از حد مجاز بود بطوری که در راه اندازی های بعدی باعث تریپ نمودن آن روی لرزش بالایی شد.

### مشخصات توربین

۱- کارخانه سازنده توربین Ebara.

۲- نوع توربین ضربه ای.

۳- عملکرد توربین به عنوان Driver کمپرسور پروپان.

۴- فشار ورودی ۶۰۰ پوند بر اینچ مربع.

۵- فشار خروجی خلا.

### اقدامات انجام شده

۱- در سرویس آوردن مجدد توربین و کمپرسور ولرزه نگاری آن با دستگاه های Portable

۲- چک کردن کلیه یاتاقان ها

۳- دیسکاپل کردن توربین ولرزه نگاری آن

۴- بیرون آوردن رتور توربین و بررسی آن

۵- ارسال رتور توربین به کارگاه جهت چک کردن بالانس رتور

۶- نصب رتور و تکمیل آن و راه اندازی مجدد توربین

که پس از انجام تمامی اقدامات فوق که بیش از یک هفته بطول انجامید باز مشکل باقی بود.

### علت

طی بررسی های انجام شده مشخص شد که دلیل اصلی لرزش توربین ناشی از مرطوب بودن بخار ورودی به توربین بوده است که با توجه به فاصله تقریباً زیادین توربین تا واحد تولید بخار و فاصله زمانی زیادین تریپ کردن اولیه توربین و در سرویس قرار گرفتن مجدد آن باعث مرطوب شدن بخار و نهایتاً بر خورد بخارات مرطوب با پره ها و ایجاد ارتعاشات شده بود.

### اقدام اصلاحی

Vent کردن بخار به مدت تقریباً طولانی (در حد چندین ساعت) برای اطمینان از خشک بودن بخار و راه اندازی توربین باین شرایط.

لازم به توضیح است که درجه حرارت بخار می تواند ممین سوپر هیت بودن یا نبودن آن باشد و توصیه می شود قبل از لوله ورود بخار به توربین حتماً یک عدد دماسنج دقیقاً کالیبره شده نصب شود و تا زمانی که درجه حرارت بخار به درجه مطلوب نرسیده توربین راه اندازی نشود.

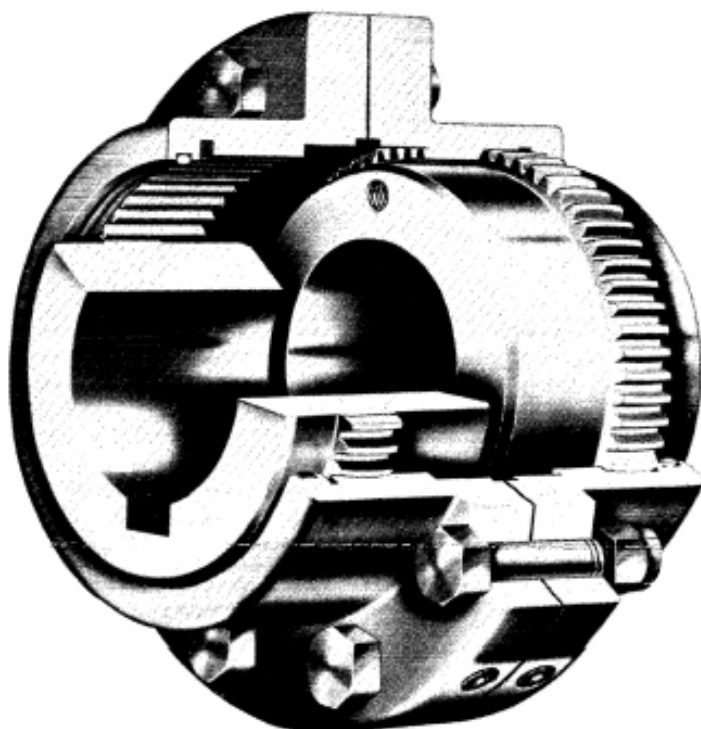
## لرزش کمپرسور C-2402

مشکل کمپرسورهای فوق بالا رفتن لرزش توربین و کمپرسور بود که گاهی کمپرسور روی وضعیت الارم قرار می گرفت.

### علت

تجربه نشان داده است که دلیل اصلی لرزش زیاد ناشی از جام بودن Gear Coupling رابط بین توربین و کمپرسور است که به دلیل خشک شدن گریس خاصیت روانکاری آن از دست می رود و جلوی حرکت آن گرفته می شود و باعث می گردد نتواند نا هم محوری های اجتناب ناپذیر را خنثی کند و باعث لرزش توربین و بخصوص کمپرسور که دور مراحل آن خیلی زیاد است می شود.

این مشکل معمولا با باز کردن و شستشوی گریس های داخل کوپلینگ ها و گریسکاری مجدد قابل رفع است و جز اولین اقداماتی است که در حین بروز مشکل باید انجام شود. لازم به توضیح است که این مشکل روی دیگر توربین های که کوپلینگ آنها از نوع Gear Coupling است نیز به کرات مشاهده شده است. البته بعضی مواقع مشکل با تعویض گریس مرتفع نمی شود که قبل از اقدام به هر کاری باید دنده های Gear Coupling مورد باز دید و بررسی قرار گیرند زیرا ساییدگی زیاد دنده ها باعث افزایش اصطکاک بین دنده ها و عدم امکان حرکت آنها و جام شدن می گردد.



## لرزش یاتاقان داخلی پمپ P-121

پس از تعویض بال برینگ رادیال و بوش زیران و راه اندازی پمپ لرزش یک طرف پمپ به چند برابریش از حد مجاز رسید.

### مشخصات یاتاقان

- ۱- نوع یاتاقان بال برینگ معمولی 6210.
- ۲- نحوه قرارگیری بال برینگ روی محور از طریق سیلیو.
- ۳- برینگ طرف رادیال لرزش روی فرکانس های یک و دو برابر دور اتفاق می افتاد.
- ۴- لرزش فقط روی یاتاقان شعاعی (طرف داخلی پمپ) بالا بود.

### اقدامات انجام شده

- ۱- اطمینان از سالم بودن بال برینگ استفاده شده.
- ۲- هم محور کردن دقیق پمپ و الکتروموتور
- ۳- چک کردن کلرنس بوش زیر بال برینگ و محور

### عامل لرزش

استفاده از L-Screw بجای Screw-Cap برای نگه داشتن سیلیوروی محور باعث جک کردن سیلیوروی محور و Off Center شدن آن و همچنین خمیدگی محور و نهایتاً افزایش ارتعاشات شده بود.



توضیح این که برای نگه داشتن سیلیو بال برینگ ها روی محور حتما باید از Cap Screw با طول معین استفاده شود بطوری که پس از سفت کردن آن انتهای پیچ با سوراخی که روی محور تعبیه شده مماس

گرد در غیر این صورت با سفت کردن پیچ روی محور جک می کند و باعث خارج از مرکز نصب شدن سیلیور روی محور و خمیدگی محوری می شود که می تواند باعث ایجاد ارتعاشات زیاد گردد. حسن Cap Screw نسبت به L-Screw در این است که با توجه به کلاهی که دارند امکان بیشتر سفت کردن آنها میسر نمی باشد زیرا کلاهک آن در محل قرار گیری آن روی سیلیوم نمی نشیند و اجازه بیشتر سفت شدن را نمی دهد.

## جام کردن پمپ P-106

پس از تعمیرات اساسی پمپ فوق در کارگاه تعمیرات پمپ و در حین مونتاژ پمپ ملاحظه شد که پس از بستن بال برینگ ها و هوزینگ برینگ پمپ جام می شود که اقدامات متعددی روی آن انجام شد ولی پس از مونتاژ دوباره جام می شد.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای

۲- نوع Between Bearing

۳- یاتاقان های دوطرف پمپ بال برینگ

۴- بال برینگ طرف Radial روی سیلیندر نصب می شود.

۵- نوع پروانه Double Suction

۶- بیشترین کلرنس ها مربوط به رینگ های فرسایشی پروانه و حدود نیم میلیمتر بود.

### اقدامات انجام شده

۱- باز کردن پمپ و چک کردن کلرنس رینگ های فرسایشی و بوش های استافینگ باکس

۲- چک کردن خمیدگی محور روی V-Block

۳- بردن رتور اسمبل روی ماشین تراش جهت چک کردن هم محوری رینگ های پروانه و محور

۴- چک کردن موقعیت Face هوزینگ برینگ ها نسبت به سوراخ داخلی آنها

۵- بردن بدنه پمپ روی بورینگ ماشین جهت چک کردن محل قرارگیری کاور ها نسبت به هم و همچنین Center بودن رینگ های فرسایشی بدنه.

۶- تنظیم کردن هوزینگ برینگ های دوطرف با ساعت اندازه گیر.

### علت

پس از بررسی های متعدد مشخص شد که اصلی علت جام شدن مربوط به Off Center بودن سیلیندر بال برینگ بوده که با نصب سیلیندر روی محور و قرار دادن آن روی دو V-Block و قرار دادن نوک سوزن ساعت اندازه گیر روی آن و چرخاندن محور تشخیص داده شد.

لازم به توضیح است که سیلیندر کارگاه مرکزی ساخته شده بود و به دلیل این که داخل و خارج آن در یک مرحله تراشیده نشده بودند (قطعه یک بار از روی ماشین باز و مجدداً نصب شده بود) باعث بهم خوردن وضعیت هم محوری سوراخ داخلی و سطح بیرونی آن و نتیجتاً Off Center شدن آن گردیده بود و باعث می شد بال برینگ در مرکز شافت قرار نگیرد و در حین بستن پمپ جام شود.

## لرزش الکتروموتورهای برقی

تعداد زیادی از الکتروموتورهای موجود در پالایشگاه مشکل مشابهی داشتند و مشکل از این قرار بود که لرزش الکتروموتور روی Base Plate کارگاه برق در حد مجاز و قابل قبول بودلی پس از نصب و هم محور کردن الکتروموتور لرزش چه در حالت دیسکاپل و چه در حالت کاپل تا چندین برابران در کارگاه افزایش پیدامی کرد.

لازم به توضیح است که ما کمزیم لرزش الکتروموتور در واحد درجهت افقی و روی فرکانس دو برابر دور الکتروموتور (6000 RPM) اتفاق می افتاد که مبین Soft Foot الکتروموتور می باشد ولی وقتی با ساعت اندازه گیر چک می شد مشکل Soft Foot نشان داده نمی شد.

### علت

علت لرزش به دلیل بلند بودن ارتفاع پایه های Padstal ای بود که الکتروموتور روی ان نصب می شد بود

لازم به توضیح است که لرزش ذاتی این الکتروموتورها روی فرکانس دو برابر دور است و بلند بودن پایه ها باعث معلق شدن مجموعه موتور و پد استال می شود (حالت لقی مکانیکی) و نهایتا ارتعاشات ناشی از این مسائل باعث ایجاد رزونانس و افزایش لرزش می شود.



### اقدام اصلاحی

نصب صفحات مثلثی شکل در اطراف پایه های پد استال الکتروموتورها برای ساپورت کردن مجموعه که این اقدام ابتداری یکی از پد استال ها بصورت آزمایشی انجام شد و پس از اطمینان از مثبت بودن نتیجه کار روی بقیه پد استال ها نیز انجام گردید.

## نکته

هنگام جوش دادن ساپورت ها باید این کار با دقت زیادی انجام شود و جوشکاری ابتدا با تک خال کردن ساپورت ها بصورت تک خال و ضربداری انجام شود و قبل از عملیات جوشکاری ساعت های اندازه گیر روی کوپلینگ هانصب (بصورت روش Reverse و در جهت افقی) و جوشکاری ها طوری انجام شود که ساعت های اندازه گیر منحرف نشوند و اگر انحرافی روی ساعت ها ملاحظه شد باید جوشکاری روی پایه ای (ضربداری) انجام شود تا انحراف قبلی را مجدداً به صفر برساند.

لازم به توضیح است که جوشکاری های غیر یکنواخت باعث پیچیدگی پایه ها و ایجاد Soft Foot و بدتر شدن شرایط می گردد و این کار باید با دقت و حوصله زیاد و با هماهنگی دقیق نفرات متخصص ماشینری و جوشکار انجام شود.

## لرزش الکتروموتور P-1324

لرزش الکتروموتور فوق در کارگاه در حد مجاز بود ولی پس از راه اندازی آن در واحد به چندین برابر مقدار قبلی افزایش پیدامی کرد و لرزش قسمت های بالائی الکتروموتور نسبت به قسمت های پایین تر آن بیشتر می شد.

### مشخصات پمپ

- ۱- پمپ گریز از مرکز سه مرحله ای عمودی.
- ۲- الکتروموتور بایک لوله رابط ۱۶ اینچی تقریباً یک متری روی پمپ نصب می شود.

### اقدامات انجام شده

- ۱- چک کردن دقیق هم محوری.
- ۲- ارسال الکتروموتور به کارگاه راه اندازی و لرزه نگاری آن.
- ۳- چک کردن کوپلینگ های الکتروموتور و پمپ.
- ۴- چک کردن Spacer.
- ۵- اچار کشی پیچ های پایه.
- ۶- چک شاقول بودن الکتروموتور و پمپ.
- ۷- چک کردن پمپ از نظر Running خمیدگی محور و مسائل عملیاتی.

### علت

بررسی های بعدی نشان داد که به دلیل معلق بودن الکتروموتور روی پمپ باعث می شود در حین در سرویس قرار گرفتن الکتروموتور به دلیل نابالانسی ها و ناهم محوری های اجتناب ناپذیری که وجود دارد، لرزش تشدید شود بخصوص در جهت هائی که داخل لوله ساپورت نشده بود که این اطلاعات مبین ضعیف بودن لوله Spool رابط بین پمپ و الکتروموتور می باشد.

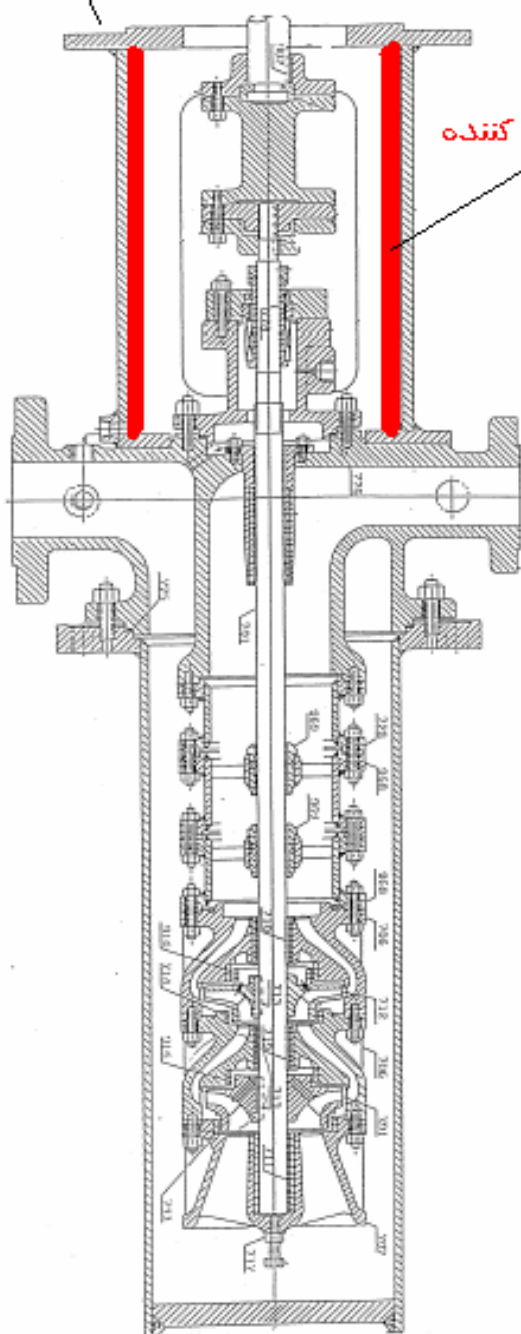
### اقدام اصلاحی

تقویت لوله رابط با اضافه کردن تیغه (ورق های باریک با ضخامت ۱۲ میلیمتری پهنای پنج سانتیمتری و به اندازه طول لوله رابط) روی قسمت داخلی لوله رابط بین پمپ و موتور بخصوص در جهت هائی که دامنه لرزش بالاتر بود که انجام این اقدام باعث تقلیل لرزش از ۱۶ میلیمتر بر ثانیه به حدود ۳ میلیمتر بر ثانیه گردید.

توضیح اینکه مشکلات این چنینی پس از مدتی که پمپ (نو) کار می کند به دلیل خستگی و همچنین خوردگی لوله رابط روی پمپ های عمودی بوجود می آید و در بعضی از مواقع با تعویض لوله (با ضخامت بیشتر) و یا بکار بردن لوله با قطر بیشتر قابل حل است.

محل قرار گیری الکتروموتور

تیغه های تقویت کننده



## لرزش پمپ های Over Hang

بالا بودن لرزش درجهت شعاعی پمپ های Over Hang باعث مشکلاتی از قبیل خرابی زودرس مکانیکال سیل (به دلیل لرزش بالا) خرابی بال برینگ ها و..... گردیده بود.

### اقدامات انجام شده

۱- هم محور کردن پمپ و الکتروموتور.

۲- چک کردن Spacer.

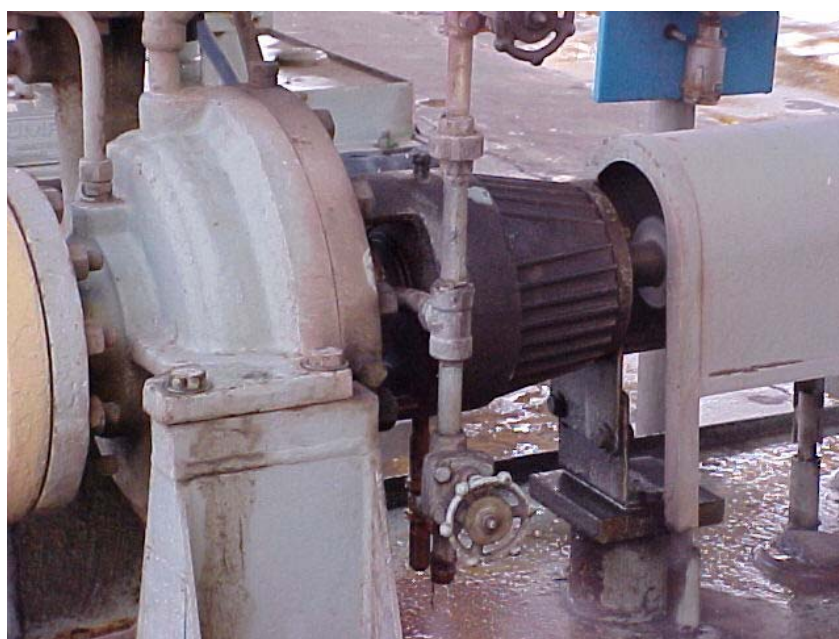
۳- چک کردن فلنج های سیستم لوله کشی (Pipe Stress).

۴- لرزه نگاری پمپ و الکتروموتور که ارتعاشات را روی یک ودوبرابر دور نشان می داد و مبین ناهم محوری بود.

۵- ارسال پمپ به کارگاه جهت تعمیر.

### علت

به دلیل معلق بودن طرف کوپلینگ پمپ، نابالانسی ها و ناهم محوری های و..... اجتناب ناپذیر باعث تشدید لرزش و بالا رفتن دامنه ارتعاشات بخصوص درجهت افقی که تکیه گاهی هم نداشت می شود. که مشکل بانصب ساپورت زیر گلوگاه پمپ مرتفع گردید و باعث جلوگیری از حرکت (ارتعاش) پمپ و تقلیل ارتعاشات شد. لازم به توضیح است که روی اکثر پمپ های Over Hang این ساپورت هانصب است ولی در بعضی از طراحی ها به دلایلی از نصب آن صرف نظر شده است که می تواند منجر به افزایش هزینه های تعمیراتی شود.



## لرزش پمپ P-637

لرزش پمپ والکتروموتور (بخصوص پمپ) فوق که پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای از نوع پمپ Over Hang بیشتر از حد مجاز بود و دستگاه های آنالیز ارتعاشات فرکانس لرزش را روی دوبرابر دور نشان می دادند.

### اقدامات انجام شده

- ۱- هم محور کردن دقیق الکتروموتور و پمپ.
  - ۲- چک کردن اوتی کوپلینگ ها و محورهای پمپ والکتروموتور.
  - ۳- چک کردن و تصحیح Soft Foot کلیه پایه ها.
  - ۴- چک کردن Spacer پمپ.
  - ۵- ارسال پمپ به کارگاه جهت بررسی های داخلی (به دلیل لرزش روی فرکانس دوبرابر دور که مبین لقی مکانیکی می باشد).
  - ۶- لرزه نگاری الکتروموتور بصورت دیسکاپل.
- که با انجام کلیه اقدامات فوق باز مشکل وجود داشت.
- بررسی های بعدی نشان داد که باشل کردن یکی از پیچ های الکتروموتور لرزش الکتروموتور و پمپ باهم کم می شوند. این موضوع لقی پایه را روی الکتروموتور تأیید می کرد ولی تجربه نشان می داد که در مواردی هم که لرزش الکتروموتور در اثر لقی پایه زیاد باشد روی لرزش پمپ تأثیری نمی گذارد به عبارت دیگر این مورد یک استثنا به حساب می آید.

### علت

فرکانس طبیعی مجموعه پمپ والکتروموتور با فرکانس لرزش دوبرابر دور یکی است که این امر باعث تشدید لرزش می شود باشل کردن پایه تنش های مکانیکی از روی پمپ برداشته می شود و لرزش ناشی از لقی پایه تقریباً حذف می شود و به دنبال آن تشدید لرزش نیز حذف خواهد شد.

برای رفع مشکل اقدامات زیر نیز انجام گردید:

- ۱- برداشتن الکتروموتور از روی Base Plate و سنگ زدن پد استال جهت صاف کردن آن.
  - ۲- تعویض پد استال با پد استالی که در کارگاه گزند شده بود.
- با انجام این اقدامات مشکل تاحدی مرتفع شد ولی هنوز در مواردی برای کم کردن لرزش و حذف لقی پایه از شیمزهای نرم استفاده می شود.
- لازم به توضیح است که فاصله Spacer این پمپ نیز نسبت به پمپ های دیگر بیشتر است و همین امر نیز می تواند باعث متفاوت بودن رفتار ارتعاشی آن با پمپ های دیگر شود.

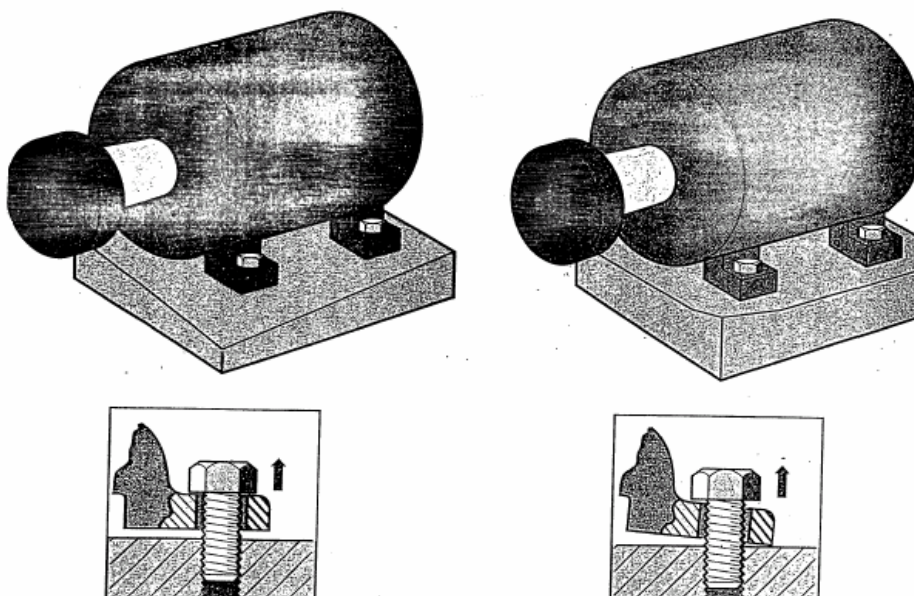
## لرزش الکتروموتور P-253

لرزش الکتروموتور روی Base Plate کارگاه در حد مجاز بود پس از نصب والاین در واحد حتی در حالت دیسکاپل هم لرزش افزایش پیدامی کرد لرزش روی فرکانس دوبرابر دور اتفاق می افتاد لرزش و سرو صدا با هم توأم بود باشل کردن یکی از پیچ های پایه الکتروموتور در حین Run لرزش و سرو صدا کاهش پیدامی کرد.

این گونه مشکلات در بسیاری از الکتروموتورها ی پالایشگاه مشاهده شده است.

### علت

مشکل اصلی مربوط به Soft Foot ناشی از پیچیدگی پایه موتور و یا ناصافی Base Plate بود. وقتی پایه های یک دستگاه (یا تمامی سطح هر کدام از پایه ها) بطور کامل روی محل قرار گیری آن روی شاسی (Base plate) قرار نگیرد (زیر یکی از پایه ها یا قسمت هایی از زیر پایه ها خالی باشد) سفت کردن پیچ مربوط به آن پایه باعث تغییر شکل در پایه ها و بدنه دستگاه می شود که به این وضعیت لقی پایه یا Soft Foot گفته می شود.



لقی پایه باعث فاصله افتادن سطح تماس بین پایه موتور و Padstal می شود که پس از سفت کردن پیچ پایه به واسطه این که قسمت هائی از پایه و سطح Base Plate روی هم ننشسته اند (و این فواصل باید پر شوند) باعث ایجاد تغییر شکل Distorsion روی بدنه الکتروموتور و نتیجتا ایجاد تنش های مکانیکی روی بدنه الکتروموتور می شود و باعث به هم خوردن Air Gap بین رتور و استاتور و نابالانسی نیروهای الکتریکی اعمال شده به رتور و ایجاد لرزش می شود.

## انواع Soft Foot

بسته به نحوه قرار گیری پایه های دستگاه روی Padstall یا Base plate لقی پایه به انواع زیر تقسیم بندی می شود:

۱- Parallel Soft Foot (زیر یک پایه بصورت موازی خالی باشد).

۲- Angular Soft (نحوه تماس پایه و pad Stall بصورت زاویه ای باشد).

۳- Twist Soft Foot (پیچیدگی و یا تاب برداشتن پایه یا محل قرار گیری آن).

۴- Induced Soft Foot (لقی پایه تحریک شده).

در حالت Induced Soft Foot نیروهای جانبی مثل کابل های برق الکتروموتورها یا تنش های ناشی از سیستم لوله کشی موجب تغییر شکل بدنه ماشین (Deformation) می شوند. عواملی که باعث Soft Foot می شوند:

۱- کوتاه یا بلند بودن ارتفاع پایه های دستگاه که این مشکل در حین ریخته گری و ساخت یا ماشین کاری ناقص کف پایه ها بوجود می آید.

۲- ناصاف بودن Base Plate و Pad Stall به دلیل پوشیدگی شاسی، جدا شدن گروت، مسائل جوشکاری، خستگی فلزات، تنش های حرارتی، خالی بودن زیر شاسی و....

۳- کثافات و گرد و غبارهایی که زیر پایه ها بصورت اسفنج مانند در می آیند.

۴- تمیز نبودن شمیزارها، نامساوی بودن مقدار آنها، زیاد بودن تعداد، فنریت داشتن (به دلیل جنس نامناسب) و.....

۵- جوشکاری روی پایه های الکتروموتورها و پیچیدگی پایه ها نیز باعث لقی پایه بین بدنه الکتروموتور و پایه های مربوطه و همچنین بین پایه و محل قرار گیری روی شاسی می شود.

## مسائل ناشی از Soft Foot

۱- تغییر شکل و شکسته شدن پایه ها و پیچیدگی و Deformation بدنه دستگاه.

۲- خمیدگی شافت در اثر پیچیدگی بدنه دستگاه.

۳- بهم خوردن وضعیت Center Line هوزینگ برینگ ها (ناهم محوری های داخلی) و خرابی های زود رس یاتاقان ها و بوجود آمدن مسائل ارتعاشی روی دستگاه.

۴- بهم خوردن فاصله های هوایی (Air Gap) بین رتور و استاتور الکتروموتورها (در نقاط مختلف) و ایجاد نیروهای نامتعادل الکتریکی که باعث ایجاد لرزش می شوند.

۵- بهم خوردن وضعیت Alignment در هر بار باز و بسته کردن پیچ ها که باعث گج شدن نفرات الاین کار می گردد.

## اقدام اصلاحی

۱- باتعویض پداستال می توان ان راحل کرد(که کاروقت گیری است).

۲- بشیمز گذاری مناسب قابل رفع است ولی در صورت پیچیده بودن پایه یاپداستال امکان رفع ان بشیمز میسر نمی شود.

البته در حین کارالکتروموتور با شل وسفت کردن پیچ های پایه ها و اندازه گیری لرزش(درجهت افقی) پایه معیوب رامی توان شناسائی نمود.

۳- در اکثر مواقع این مشکل رامی توان با قراردادن لاستیک منجید دار بین شیمزها(به اندازه شیمز های زیر پایه های الکتروموتور) مرتفع نمود.

البته لازم به توضیح است که در حین پروسه Alignment یکی از موارد حائز اهمیت چک کردن وتصحیح Soft Foot بشیمز است(زیرا بکخواخت قرار ندادن شیمز زیر پایه هانیز می تواند منجر به همین مشکلات شود) که با استفاده از ساعت های اندازه گیری و شل وسفت کردن تک تک پایه ها وتشخیص ان بر اساس اطلاعات بدست آمده است(قابل ذکر است که حداکثر لقی پایه مجاز توصیه شده توسط مراجع ذیصلاح 0.002 اینچ است) واستفاده از روش های فوق مربوط به مواردی است که مشکل مربوط به پایه یاپداستال باشد.

## نتیجه

به دلیل خاصیت ارتجائی لاستیک که بیشتر از فلز پایه است باعث می شود با سفت کردن پیچ های پایه بجای ایجاد تغییر شکل در بدنه الکتروموتور که می تواند باعث Deformation بدنه و به هم خوردن Air Gap می شود جلوگیری کند.

لازم به توضیح است که طبق توصیه اکثریت مراجع ذیصلاح حداکثر مقدار مجاز Soft Foot برای دستگاهها و ماشین آلات صنعتی بین 0.003- 0.002 اینچ می باشد.

## لرزش الکتروموتور P-802

الکتروموتور فوق به دلیل خرابی بال برینگ (به دلیل وروداب به محفظه یاتاقان طرف جلوئی ان) به کارگاه برق ارسال شد که اطلاعات موجود نشان می داد که وضعیت قبلی الکتروموتور از نظر لرزش مناسب بوده است ولی پس از تعمیر الکتروموتور لرزش ان در کارگاه برق افزایش پیدا کرده بود که بیشترین مقدار لرزش در جهت افقی بود و فرکانس ارتعاشات روی فرکانس یک برابر دور بود. لازم به توضیح است که به دلیل ترک هائی که روی پایه های الکتروموتور مشاهده شده بود اقدام به جوشکاری روی پایه های الکتروموتور شده بود.

### مشخصات الکتروموتور

۱- توان ۲۳۰ کیلووات

۲- کارخانه سازنده زیمنس

۳- دور ۳۰۰۰

### اقدامات

۱- باز کردن مجدد الکتروموتور و چک کردن وضعیت بالانس رتور.

۲- کف تراشی بدنه (کف) الکتروموتور برای صاف کردن پایه ها

۳- محل قرارگیری بال برینگ هادر کاورهای دوطرف چک شد.

۴- برای چک کردن Center بودن محور در داخل بدنه (Air Gap) کاورها روی ماشین تراش برده شدند.

۵- کلیه سطوح نشیمن گاه های کاورها و دوطرف روی بدنه چک شد.

۶- بردن رتور روی ماشین تراش برای اطمینان از خمیدگی محور.

ولی مشکلی مشاهده نشد ولی همچنان لرزش بالا بود.

### علت

پس از بررسی های انجام شده و شل کردن پیچ های پایه از بدنه پمپ مشخص شد که مشکل اصلی به دلیل پیچیدگی پایه الکتروموتور در اثر جوشکاری و ایجاد لقی پایه Soft Foot بین پایه و الکتروموتور بوده است که دلیل ان تغییر شکل پایه و فاصله افتادن بین پایه پداسال یا پایه و بدنه موتور است که پس از سفت کردن پیچ پایه باعث ایجاد تنش روی الکتروموتور و تغییر پیدا کردن Air Gap بین رتور و استاتور می شود.

### روش تصحیح لقی پایه بین پایه و بدنه الکتروموتور

ابتدا الکتروموتور بصورت عمودی روی بورینگ ماشین تنظیم می شود و سپس کف پایه های الکتروموتور (قسمتی که روی Base Plate قرار می گیرد) کف تراشی می شود و پس از اتمام این

کار مجدداً الکتروموتور بصورت افقی روی بورینگ ماشین قرار داده می شود و پایه های (محل سوراخ ها) آن روی بورینگ بسته می شود و پس از تنظیم آن نسبت به محور بورینگ باباز کردن پیچ های متصل کننده پایه ها به بدنه الکتروموتور موتور از بدنه بازمی شود و قسمت داخلی پایه ها (محل های قرارگیری پایه های الکتروموتور روی بدنه) روی شعاع خود مجدداً تراشکاری می شود (شعاع چرخش قلم تراش با اندازه گیری قابل پیدا کردن است) ولی این روش نیاز به افراد متخصص و صرف وقت و هزینه زیاد است و در بعضی اوقات می توان از راه حل میان بری مثل قرار دادن شیمزهای لاستیکی بین پایه و بدنه الکتروموتور و پر کردن نقاطی از پایه و بدنه که روی هم قرار نمی گیرند با جنس نرم تر (لاستیک) قابل حل است ولی مهم ترین مسئله در این گونه موارد تشخیص عامل اصلی است

### نتیجه

به دلیل خاصیت ارتجاعی لاستیک که بیشتر از فلز پایه است باعث می شود با سفت کردن پیچ های پایه بجای ایجاد تغییر شکل در بدنه الکتروموتور که می تواند باعث Deformation بدنه و به هم خوردن Air Gap می شود جلوگیری کند.

لازم به توضیح است که خیلی از مشکلات الکتروموتورها مربوط به اینگونه تنش های مکانیکی است که به موتور وارد می گردد و علاوه بر لرزش می تواند منجر به سرو صدا و کاهش طول عمر یا تا قان ها شود. ارتعاشات ناشی از لقی پایه روی بعضی از الکتروموتورها روی یک برابر دور و در بعضی الکتروموتورهای دیگر دو برابر دور اتفاق می افتد.

در این گونه موارد اگر پیچیدگی وجود نداشته باشد این نوع لقی پایه را می توان با شیمز گذاری حل کرد ولی اگر مشکل مربوط به پایه های الکتروموتور باشد با کف تراشی کف پایه موتور می توان آن را حل کرد.

### لرزش الکتروموتور پمپ P-109

نشانه های بالا بودن میزان لرزش روی الکتروموتور پمپ فوق دقیقاً مربوط به Soft Foot بود ولی با هیچ کدام از روش های ذکر شده فوق مشکل حل نمی شد.

#### علت

پس از بررسی های زیادی که انجام شد مشخص گردید مشکل لقی پایه و لرزش مربوط به بلند بودن یکی از پیچ های پایه الکتروموتور بوده است. بدین صورت که باسفت کردن این پیچ نوک پیچ به سطح فونداسیون می رسد و باسفت کردن بیشتر آن باعث جک کردن Base Plate و بالا آوردن آن می شد (تغییر شکل آن) و همچنین ایجاد تنش های مکانیکی و تغییر شکل بدنه موتور Distorsion و ایجاد لرزش زیادی گردد که با کوتاه کردن پیچ مشکل بطور کلی مرتفع شد.

## لرزش پمپ P-304

پس از تعمیر و نصب و راه اندازی پمپ فوق ملاحظه گردید که پمپ و الکتروموتور دارای لرزش بسیار زیادی هستند و با توجه به این که لرزش روی فرکانس های یک دو و سه برابر دور اتفاق می افتاد مبین این بود که لرزش زیاد ناشی از ناهم محوری است که ادامه کاران با این شرایط غیر ممکن بود.

### مشخصات پمپ

- ۱- پمپ گریز از مرکز نوع Over Hung
- ۲- نوع کوپلینگ Metastream Coupling

### اقدامات انجام شده

- ۱- انجام Alignment دقیق با استفاده از ساعت های اندازه گیر به روش Reverse (که مشکل حل نشد).
  - ۲- ارسال مجدد پمپ به کارگاه
  - ۳- اندازه گیری لرزش الکتروموتور در حالت دیسکاپل
  - ۴- چک کردن مجدد Running پمپ
  - ۵- چک نمودن مجدد اوتی کوپلینگ ها
  - ۶- چک کردن مجدد اوتی محورهای پمپ و الکتروموتور با ساعت اندازه گیر
- که هیچ گونه مشکلی مشاهده نشد ولی لرزش همچنان بالا بود.

### علت

در بررسی های بعدی مشخص شد که دلیل اصلی لرزش به علت تراشکاری سطح کوپلینگ پمپ (به علت پیچیدگی و ناصافی آن) بوده که باعث کم شدن ضخامت کوپلینگ شده و در هنگام بستن پیچ های Spacer طرف پمپ به دلیل کمتر شدن ضخامت کوپلینگ (و تغییر نکردن طول پیچ های قبلی) پیچ های Spacer از قسمت شیمزهای فنری بیرون می آمد و با قسمت پشتی شیمزها تماس پیدامی کرد و باعث جک کردن و Rigid شدن کوپلینگ و ایجاد لرزش زیاد روی پمپ و الکتروموتور می شد که با کوتاه کردن پیچ ها و قرار دادن واشر زیر آنها مشکل حل شد.

لازم به توضیح است که این مشکل روی پمپ های دیگر نیز اتفاق افتاده است و لذا لازم است هنگام بستن Spacer با دقت به این موضوع توجه شود. این مشکل حتی با اضافه کردن یک عدد واشر زیر پیچ قابل پیشگیری است.

## لرزش الکتروموتور P-105

پس از هم محور کردن پمپ و الکتروموتور فوق به علت ناهم محوری قبلی که روی آنها وجود داشت ملاحظه شد که باتوجه به پایین بودن لرزش الکتروموتور قبل از هم محور کردن و اطمینان کامل از سالم بودن آن پس از راه اندازی الکتروموتور در حالت دیسکاپل نیز لرزش الکتروموتور به تنهایی نیز از حد مجاز بالاتر است.

### علت

بررسی های انجام شده نشان داد که سفت بودن جک بولت های مربوط به تنظیم Alignment باعث ایجاد تنش اضافی Distorsion روی الکتروموتور و ایجاد لرزش زیاد روی آن می شود که باید پس از اتمام کار الاین کلیه جک بولت ها باید شل شوند.

### چند نکته

۱- قبل از شل و سفت کردن جک بولت ها (برای تنظیم الاین) حتما باید پیچ های پایه موتور شل شده باشند.

۲- تنظیم نبودن طول کابل نیز می تواند باعث ایجاد تنش اضافی روی الکترو موتور ها شود و لذا توصیه می شود در صورت مشکوک بودن به بستن ساعت اندازه گیر روی کوپلینگ و باز کردن کابل از موتور انحراف ایجاد شده روی ساعت بررسی شود.

## لرزش و سروصدای زیاد دمنده بویلر جدید

قبل از راه اندازی بویلر ششم پالایشگاه فن های دمنده ان باید در سرویس قرار می گرفت تا وضعیت ان چک شود. بدین منظور فن دمنده ان در سرویس قرار گرفت که به دلیل لرزش و سروصدای خیلی زیاد قابل استفاده نبود و از سرویس خارج گردید.

### مشخصات فن

- ۱- فن با پروانه بسته نوع گریز از مرکز.
- ۲- دور فن دور در دقیقه .
- ۳- نوع یاتاقان .
- ۴- سیستم گرداننده فن الکتروموتور.
- ۵- سیستم کاهنده دور گیر بکس.

### مشاهدات

- ۱- بابتن دمپر مسیر هوای ورودی لرزش و سرو صدا کم می شد.
- ۲- بابتن کردن دمپر لرزش افزایش پیدامی کرد.
- ۳- بابتن کردن بیشتر دمپر الکتروموتور امپریش از حد می کشید.
- ۴- لرزش یاتاقان های فن خیلی بالا بود (حدود ۴-۶ میلیمتر بر ثانیه).
- ۵- لرزش پوسته فن بخصوص در جهت محوری خیلی بالا بود (حدود ۴۰ تا ۵۰ میلیمتر بر ثانیه).

### اقدامات انجام شده

- ۱- چک کردن صافی ورودی هوا.
- ۲- چک کردن جهت دور فن.
- ۳- چک کردن یاتاقان ها.
- ۴- چک کردن وضعیت Alignment.
- ۵- چک کردن وضعیت عملکرد دمپر.
- ۶- بررسی قسمت های بیرونی بدنه فن از لحاظ مقاومت و نقاط جوش.
- ۷- مقایسه قسمت های مختلف بدنه فن با فن های قدیمی.
- ۸- چک کردن فاصله پروانه با دیواره ها.
- ۹- ایجاد تغییراتی در کانال خروجی منتهی به بویلر جهت حذف توربولانس و اشفتگی های جریان.
- ۱۰- بررسی پروانه فن که ملاحظه شد برخلاف پروانه های قدیمی فاقد سوراخ های متعادل کننده فشار هستند.

که پس از هر مرحله فن در سرویس قرار می گرفت و وضعیت آن چک می شد ولی مشکل حل نمی شد.

۱۱- مکاتبه با کارخانه سازنده فن.



#### علت

متناسب نبودن جهت پره های دمپر مسیر ورودی با جهت دور فن که این مشکل به دلیل جابجاسته شدن دمپر و لوله های دوفن بود که با جابجا کردن آنها مشکل بطور کامل مرتفع گردید. لازم به توضیح است که به دلیل عدم هم خوانی زاویه پره دمپر با زاویه Vane های پروانه ایجاد توربولانس و اشفتگی زیاد جریان می شد که این اشفتگی ها به جداره های بدنه فن منتقل می شد و باعث لرزش و سروصدای زیادی گردید. با توجه به این که جهت دور دو عدد فن نصب شده روی بویلر عکس هم می باشد جابجاشدن دمپر و لوله های توانمند منجر به مسئله فوق شود.

## لرزش فن های برج های خنک کننده

- سیستم قبلی انتقال قدرت قدیمی فن های واحد کولینگ تاور دارای مشکلات متعددی به شرح زیر بود.
- ۱-بالا بودن لرزش الکتروموتور و گیربکس.
  - ۲-خرابی مداوم گیربکس و الکتروموتور.
  - ۳-بریدن شیمزهای فنری دوطرف.
  - ۴-پوسیده بودن اسپول های رابط الکتروموتور و گیربکس.
  - ۵-نبودن اسپول در انبار و قیمت بالای سفارش خارج ان (قیمت یل عدد اسپول حدود 20000 پوند انگلیس بود).

## مشخصات کولینگ تاور

- این سیستم شامل ۱۰ دستگاه فن با مشخصات زیر است:
- ۱-قدرت الکتروموتور 150 کیلووات.
  - ۲-فاصله بین گیربکس و الکتروموتور 4 متر.
  - ۳-تعداد پره های نصب شده روی هر فن هشت عدد.
  - ۴-دور موتور 1500 دور در دقیقه و 750 دور در دقیقه.
  - ۵-محل نصب الکتروموتور در بیرون برج.
  - ۶-سیستم انتقال قدرت شامل یک لوله چهارمتری با قطر 23 سانتیمتر بادو Set شیمز فنری در طرفین ان.
  - ۷-قطر دهانه برج (در محل نصب پره ها) حدود ۸ متر.
  - ۸-گیربکس کاهنده دور.
  - ۹-تعداد پره ها هشت عدد.

## اقدامات اصلاحی

- ۱-هم محور کردن الکتروموتور و گیربکس با ساعت اندازه گیر.
- ۲-انجام بالانس در حین کار بصورت یک صفحه ای.
- ۳-انجام بالانس در حین کار بصورت دو صفحه ای (که باعث تقلیل لرزش می شود ولی مجدد لرزش افزایش پیدامی کرد).
- ۴-ساخت اسپول از جنس سبک تر با فایبر گلاس که به دلیل غیریکنواخت بودن مورد استفاده واقع نشد.
- ۵-ساخت اسپول از لوله آهنی که به دلیل سنگین تر بودن و غیریکنواخت بودن ضخامت قسمت های مختلف ان امکان کاردهی حتی روی دور پایین را هم بوجود نیاورد (چند صد ساعت کار برای ساخت ان انجام شد).

## راه حل

مشکل باتبدیل سیستم از اسپول (لوله رابط بین الکتروموتور و گیربکس) به میل گاردان حل شد.  
روش کار به شرح ذیل بود:

- ۱- نصب یک عدد پل رابط (شامل دو عدد Beam-اموازی که در قسمت های مختلف به هم جوش خورده بودند) از جنس آهن با پوشش اپوکس که بین موتور و گیربکس نصب گردید.
  - ۲- استفاده از دو عدد میل گاردان با طول یک متر و نیم (مربوط به بنز کامیون 2610 که از شاهپور جدید خریداری و در همان جایز طبق اندازه مورد نظر (۱/۵ متر) ساینز گردید.
  - ۳- ساخت یک عدد شافت رابط بین دو میل گاردان بطول 85 سانتی متر و قطر 65 میلیمتر که همراه با دو عدد پاتاقان Self Align و پایه های مربوطه روی یک عدد Base Plate به ضخامت دو اینچ و ابعاد ۳۰ در ۸۰ سانتی متر پیچ گردید.
  - ۴- نصب پل بین گیربکس و الکتروموتور با پیچ و رول پلاک.
  - ۵- تنظیم گیربکس در وسط برج (مساوی کردن فاصله پره ها با دیواره ها در تمام نقاط).
  - ۶- هم محور نمودن شافت میانی با گیربکس با ساعت اندازه گیر.
  - ۷- جوش دادن Base Plate روی پل رابط.
  - ۸- هم محور کردن الکتروموتور با محور رابط.
  - ۹- چک کردن مجدد وضعیت هم محوری با دستگاه لیزری Optic Alignment.
  - ۱۰- تعویض لوله های Vent و ورودی روغن به گیربکس و راه اندازی فن.
- پس از راه اندازی میزان لرزش از چند ده میلیمتر بر ثانیه به ۱/۵ میلیمتر بر ثانیه کاهش پیدا کرد که حدودا به مدت پنج سال است که بدون هیچ گونه مشکلی در حال کار است و در این مدت هیچگونه مشکلی در این زمینه وجود نداشته است (بجز شکسته شدن پره ها که دلیل آن نامناسب بودن جنس و... بوده است).

## خرابی مکرر مکانیکال سیل پمپ های P-702

پمپ های فوق از ابتدای راه اندازی تا زمان رفع مشکل دچار خرابی های زودرس مکانیکال سیل می شدند.

### مشخصات پمپ

- ۱- مایع پمپ شونده امین.
- ۲- پمپ دو مرحله ای گریز از مرکز.
- ۳- فشار ورودی 2 بار.
- ۴- فشار خروجی 25 بار.
- ۵- دور پمپ 1850 دور در دقیقه.
- ۶- قطر شافت 4 اینچ.
- ۷- نوع مکانیکال سیل فلکسی باکس.

### مشاهدات

- ۱- کم بودن طول عمر مکانیکال سیل هانسبت به مکانیکال سیل های دیگر.
- ۲- پس از هربازکردن مکانیکال سیل جام بودن رتوری روی سیلیوم مشاهده می شد.
- ۳- در داخل محفظه استافینگ باکس مقدار زیادی ذرات جامد و زنگ مشاهده می شد.

### اقدامات اولیه

- ۱- تامین مایع Flashing Oil روی مکانیکال سیل از قسمت خروجی پمپ (با فشار بالاتر)
- ۲- استفاده از اورینگ های تفلونی بجای اورینگ های Viton و لاستیکی روی رتوری (که باز باعث جام شدن مکانیکال سیل می شد).
- ۳- Alignment دقیق پمپ و الکتروموتور.

که متأسفانه هیچکدام از موارد فوق باعث حل مشکل نشد و غالباً حتی در بعضی از اوقات حتی پس از بستن مکانیکال سیل و باز کردن ولو ورودی پمپ و پر شدن پمپ نشی شروع می شد که مجبور به چندین بار باز بسته کردن مکانیکال سیل می شد و در زمان تقریباً کوتاهی نشی شروع می شد.

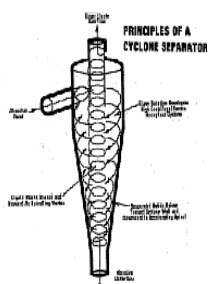
### اقدام اصلاحی

استفاده کردن از اورینگ های نوع ایزولاست در قسمت رتوری (به عنوان اب بند کننده بین سیلیوم و قسمت داخلی رتوری) که هم در مقابل حرکت محوری رتوری مقاومت کمی از خود نشان می دهند و هم در برابر امین که از لحاظ شیمیائی ماده خورنده ای روی قطعات غیر فلزی است مقاومت بسیار خوبی دارند که با انجام این کار مدت کاردهی این مکانیکال سیل ها از چند ماه به چندین سال افزایش پیدا نمود.

## نتیجه

تأثیر مواد شیمیائی (امین) روی اورینگ های معمولی (به خصوص روی اورینگ دینامیکی داخل رتوری که بارتوری و محور حرکت می کند تا سطوح آب بندی را روی هم نگه دارد) باعث تغییر شکل اورینگ و چسبیده شدن و جام شدن آن و نتیجتاً جام کردن Hang Up رتوری و مکانیکال سیل و ایجاد نشتی می شود.

باتوجه به این که اورینگ های تفلونی در برابر امین مقاومت خوبی دارند ولی ضریب اصطکاک آنها روی سیلیکونی زیاد است و باتوجه به کثیف بودن مایع و نفوذ ذرات جامدین تفلون و رتوری و سیلیکون باعث جام شدن آنها می شود در این مورد خاص کارائی خوبی نداشتند. توضیح آن که اورینگ های نوع ایزولاست برای مواد نظیر MTBE نیز بسیار مقاوم و عالی عمل می کنند.



## بالا بودن فشار استافینگ باکس پمپ P-101

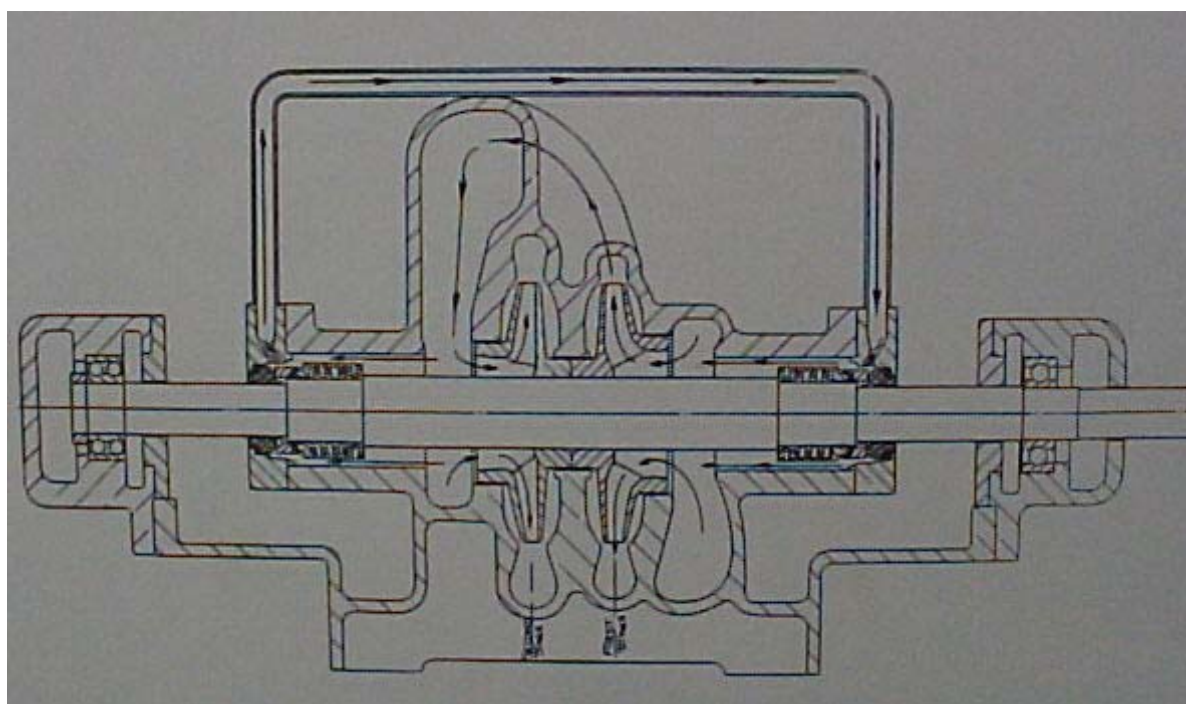
بالا بودن فشار محفظه آب بندی این پمپ ها باعث گردیده بود که امکان تزریق شدن مایع سیل فلش میسر نشود و باعث تشدید مشکلات قبلی شود.

### اقدام اصلاحی

افزایش قطر بالانس لاین از  $\frac{3}{8}$  اینچ به یک اینچ و اریفیس ان بزرگتر کردن قطر بالانس لاین باعث می شود مایعات نشت شده از زیر Neck Bush راحت تر بطرف ورودی (که فشار پایین است) عبور می کند و باعث کم شدن فشار محفظه آب بندی و مکانیکال سیل و همچنین امکان تزریق سیل فلش میسر می شود.

توضیح این که بالانس لاین لوله رابطی است که یک طرف ان به استافین باکس (طرف فشار بالا) و طرف دیگر ان به قسمت کم فشاری مثل ورودی پمپ متصل می شود و کار تخلیه محفظه آب بندی و پایین آوردن فشار محفظه آب بندی را انجام می دهد که از طریق این لوله که قطران بین نیم تایک اینچ است فشار محفظه آب بندی با فشار ورودی پمپ تقریباً متعادل می شود.

لازم به توضیح است که برای متعادل نگه داشتن و کنترل نمودن فشار داخل محفظه آب بندی در داخل مسیر بالانس لاین یک عدد اریفیس نصب می شود که استافینگ باکس بطور ناگهانی از مایع تخلیه نشود و مقدار مایع برگشتی تحت کنترل باشد.



بوش فشارشکن محفظه اب بندی Stuffing Box Throttle Bushing در انتهای محفظه اب بندی نصب می شود و باعث شکسته شدن فشار داخل پمپ و محفظه اب بندی (کم کردن فشار استافینگ باکس) و ممانعت از وارد شدن مایع گرم یا کثیف به محفظه اب بندی می شود و در صورتی که کلرنس ان از حد متعادل طراحی تجاوز نماید باعث وارد شدن بیشتر مایع گرم (که باعث گرم تر شدن محفظه اب بندی) و کثیف (که باعث نفوذ ذرات جامد به محفظه اب بندی و وارد شدن آنها بین سطوح و افزایش مسائل سایشی و.....) می شود

## نشتی مکانیکال سیل پمپ P-101

مشکل نشتی مکانیکال سیل های پمپ فوق پس از تعمیر مکانیکال سیل و یاد زمانی که پمپ بادور آرام می چرخد بصورت جزئی شروع می شود و گاه نیز با بالارفتن دور پمپ نشتی قطع می شود.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز بادور ۱۹۰۰ دور در دقیقه

۲- نوع مایع نفت خام

۳- نوع مکانیکال سیل فلکسی باکس

### علت

بررسی هامشخص کرده که علت نشتی به دلیل چرخیدن کربن رینگ در داخل سیل پلیت بوده است. به دلیل اصطکاک زیاد بین سطوح اب بندی (اصطکاک های شروع راه افتادن) در دورهای کم باعث ایجاد گشتاور زیاد روی کربن رینگ می شود و باعث چرخیدن جزئی کربن رینگ در داخل سیل پلیت و نهایتا چروک شدن اورینگ سیل کننده کربن رینگ نسبت به سیل پلیت و ایجاد نشتی از زیران می شود.

با بالارفتن دور پمپ اصطکاک سکون از بین می رود و همچنین با بالارفتن فشار محفظه اب بندی باعث تغییر حجم این اورینگ و نهایتا قطع نشتی می شود.

البته موارد زیر نیز می تواند منجر به همین مشکل برای مکانیکال سیل گردد:

۱- ازاد بودن کربن رینگ در داخل سیل پلیت.

۲- نداشتن پین ضد چرخش بین کربن و سیل پلیت.

۳- تک اورینگ بودن (در بعضی از کربن رینگ ها برای اب بند کردن کربن در داخل سیل پلیت از دو عدد اورینگ استفاده می شود که در صورتی که مثل کربن رینگ های دیگر از یک اورینگ استفاده شود این حالت می تواند اتفاق بیفتد.

## تزریق نشدن سیل فلش روی مکانیکال سیل پمپ P-503

پس از تعمیر پمپ در کارگاه و ارسال و نصب آن در واحد ملاحظه شد که سیل فلش روی مکانیکال سیل تزریق نمی شود.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ Over Hang

۲- فشار ورودی 24Bar

۳- فشار خروجی 28Bar

۴- مایع پمپ شونده هیدرو کربور

۵- منبع تامین مایع سیل فلش از خروجی پمپ بود که بعد از عبور از سایکلون سپاریتور و جدا شدن ناخالصی ها از قسمت بالای سایکلون روی مکانیکال سیل تزریق می شود.

### اقدامات انجام شده

۱- تعویض پروانه پمپ

۲- تعویض بوش استافینگ باکس

۳- تعویض رینگ های فرسایشی

۴- تعمیرات روتین

پس از نصب و تزریق نشدن سیل فلش روی مکانیکال سیل مجدداً به دلیل بالا بودن فشار استافینگ باکس بازوبه کارگاه ارسال شد که پس از باز شدن پمپ مشکلی مشاهده نشد.

### علت

با نصب پروانه نوسوراخ های متعادل کننده (Balance Hole) فشار روی پروانه که به دلیل سایش و فرسایش بزرگتر شده بود به حد استاندارد می رسید (کمتر از پروانه کهنه) و باعث می شود راه فرار مایع از پشت پروانه بطرف چشمه ورودی پروانه کمتر شود و نهایتاً فشار استافینگ باکس نسبت به قبل از ارسال به کارگاه کمی بیشتر شود و سیل فلش تزریق نشود.

### اقدام اصلاحی

زیادتر کردن فشار مایع سیل فلش با کم کردن قطر اریفیس تعبیه شده در مسیر Drain سایکلون سپاریتور

لازم به توضیح است که فشار محفظه آب بندی در پمپ های Over Hang ای که دارای سوراخ های متعادل کننده روی پروانه باشند کمی بیشتر از فشار ورودی پمپ است.

ضمناً باید به این نکته توجه نمود که درست است مایع سیل فلشی که روی مکانیکال سیل تزریق می شود از قسمت خروجی پمپ که دارای فشاری بالاتر از فشار ورودی است تامین می شود ولی چون

وارد سايکلون سپاريتوري می شود که یک قسمت ان (Drain) به محفظه فشار پايين (ورودی پمپ) متصل می شود فشار مایع خروجی از سايکلون کمتر از فشار خروجی پمپ می شود.  
البته فشار مایع خروجی از سايکلون سپاريتور تابعی از فشار خروجی و ورودی پمپ و اندازه اريفيس هائی است که در اين مسير هاتعبيه شده است.

### **تزريق نشدن سيل فلش روی مکانیکال سيل پمپ P-509**

تزريق نشدن مایع سيل فلش باعث عدم خنک کاری سطوح اب بندی ناشی از چرخیدن سطوح روی یکدیگر و نهایتا کاهش طول عمر مکانیکال سيل شده بود.

#### **مشخصات پمپ**

۱- پمپ گریز از مرکز Over Hang

۲- پروانه نوع بسته

۳- نوع مکانیکال سيل فلکسی باکس

۴- فشار ورودی ۱۴ بار

۵- فشار خروجی ۱۶ بار

باتوجه به اين که مایع سيل فلش از خروجی پمپ گرفته و وارد سايکلون سپاريتور می گردید ولی روی مکانیکال سيل تزريق نمی شد.

#### **علت**

علت ان بالا بودن فشار محفظه اب بندی به دليل عدم وجود سوراخ های متعادل کننده Balance Hole روی پروانه بود که باعث می گردید مایع نشت شده از Wearing Ring های پشت پروانه به محفظه استافینگ باکس وارد شود و باعث بالا رفتن فشار محفظه و عدم امکان تزريق سيل فلش گردد.

#### **اقدام اصلاحی**

تعبیه سه عدد سوراخ در محوطه چشمه پروانه Balance Hole که باعث می شد فشار پشت پروانه (مقابل چشمه پروانه) با فشار جلوی پروانه که مساوی فشار ورودی پمپ است باهم متعادل گردند و باعث کم شدن فشار استافینگ باکس و امکان تزريق مایع سيل فلش میسر شود.

## نشتی مکانیکال سیل پمپ P-105

قبلا این پمپ از نظر مکانیکال سیل مشکلی نداشته وبدون نشتی کار می کرد ولی پس از چند هفته که در سرویس قرار گرفت پس از چند دقیقه کار کردن نشتی مکانیکال سیل ان شروع شد.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز ی یک مرحله ای با پروانه Double Suction

۲- بادو مکانیکال سیل

۳- فشار ورودی 2Bar

۴- فشار خروجی 12.3Bar

۵- درجه حرارت مایع پمپ شوند 260 C

۶- محل تامین مایع سیل فلش از خروجی پمپ و از منبع خارجی (دو گانه)

۷- نوع مکانیکال سیل بلوزی نوع Sealol

### علت

پس از بررسی های به عمل آمده مشخص شد که دلیل نشتی مکانیکال سیل مربوط به تزریق نشدن مایع سیل فلش روی مکانیکال سیل بوده است.

باتوجه به ویسکوز بودن مایع پمپ, مایع سیل فلش مورد نیاز مکانیکال سیل ها علاوه بر مایع پمپ که از قسمت خروجی ان تامین می شود از یک مایع تمیز تر از خارج پمپ نیز تامین می شود که این دو سیستم به موازات هم استفاده می شود و در بیشتر اوقات (منهای مواقع راه اندازی واحد که منبع خارجی قطع است) از منبع سیل فلش خارجی استفاده می شود.

مشکل اصلی از اینجاست که وجود آمده بود که در زمانی که پمپ در سرویس نبوده و لوورودی سیل فلشی که از منبع خارجی روی مکانیکال سیل تزریق می شد بسته شده بود و به دلیل سرد شدن مایع در لوله های ورودی سیل فلش کم کم به کک تبدیل شده و موجب چک شدن مسیر شده بود و وقتی پمپ پس از گذشت زمان در سرویس قرار گرفت باتوجه به این که ولو مسیر سیل فلشی که از منبع بیرونی روی مکانیکال سیل تزریق می شده باز بود ولی به دلیل مسدود بودن لوله ها امکان تزریق ان روی مکانیکال سیل فراهم نبود و باعث عدم خنک کاری, جدا شدن سطوح اب بندی و ایجاد نشتی می شود.

### نکته

در پمپ هایی که سیل فلش مورد نیاز از منبع خارج پمپ تامین می شود حتی در زمانی هم که پمپ در سرویس نیست باید مقداری مایع سیل فلش روی مکانیکال سیل تزریق گردد بخصوص در مواقعی که مایع پمپ داغ, لزج و سنگین است.

## نشستی مکانیکال سیل P-106

پمپ فوق به مدت تقریباً طولانی از سرویس خارج شده بود ولی قبلاً هیچ گونه مشکلی از نظر مکانیکال سیل روی آن وجود نداشت ولی پس از در سرویس قرار گرفتن مجدداً به دلیل نشستی زیاد از سرویس خارج گردید.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای با پروانه Double Suction

۳- فشار ورودی 3Bar

۴- فشار خروجی 10Bar

۵- مایع پمپ شونده هیدرو کربور

۶- درجه حرارت مایع پمپ شونده 226 C

۷- محل تامین سیل فلش از خروجی پمپ و از منبع خارجی

۸- نوع مکانیکال فلکسی باکس

### علت

جوش خوردن رتوری و کربن رینگ به همدیگر

به دلیل از سرویس خارج بودن تقریباً طولانی پمپ و نشستی های اجتناب ناپذیر بسیار جزئی از سطوح آب بندی و همچنین بسته بودن ولومسیر Steam Quench و سیل فلش باعث شده بود که نشستی های خارج شده از مکانیکال سیل پس از خارج شدن از داخل پمپ و تماس با هوای بیرون به کک تبدیل شوند و روی قسمت های بیرونی مکانیکال سیل بخصوص زیر کربن رینگ و رتوری رسوب نمایند و باعث جوش خوردن کربن رینگ روی رتوری شود و در اولین لحظه پس از راه اندازی به دلیل جوش خوردن قطعات روی یکدیگر موجب شکسته شدن کربن رینگ که جنس آن نسبت به رتوری مقاومت کمتری دارد شود و با شکسته شدن آن نشستی زیاد شروع شود.

### نکته

۱- در پمپ هایی که مواد سنگین داغ پمپاژ می کنند و خاصیت مواد بگونه ای است که پس از تبادل با هوا ایجاد کریستال یا کک می کنند سیستم Steam Quench چه پمپ در سرویس باشد و چه پمپ در سرویس نباشد باید در سرویس باشد تا بتواند نشستی های جزئی زیر مکانیکال سیل را بشوید و از تشکیل کک و همچنین جام شدن مکانیکال سیل جلوگیری کند.

۲- در صورتی که مایع سیل فلش از بیرون پمپ تامین می شود باید دلووان مقداری باز باشد تا در صورت بروز نشستی مایعی که به کک تبدیل نمی شود از مکانیکال سیل نشست پیدا کننده مایع خود پمپ.

لازم به توضیح است که موارد این چنینی در مکانیکال سیل های نوع بلوزی نیز می تواند منجر به رسوب مواد کربنی در قسمت داخل بلوز و جام شدن آن گردد.

### **مکانیکال سیل P-702**

باتوجه به سالم بودن قطعات مکانیکال سیل ولی طول عمر آن نسبت به مکانیکال سیل پمپ های مشابه خیلی کمتر بود.

#### **مشخصات مکانیکال سیل**

۱- نوع مکانیکال سیل فلکسی باکس

۲- قطعات نصب شده هم سالم بودند

۳- شرایط تزریق مایع سیل فلش خوب بود

#### **مشکل**

پس از بررسی های به عمل آمده مشخص گردید که مشکل مربوط به نامناسب بودن (عکس بودن جهت دور فنر) بوده است که با نصب فنر با جهت درست مشکل مرتفع گردید..

لازم به توضیح است که اشتباه بودن جهت فنر روی مکانیکال سیل باعث می شود فنر در حین کار باز شود (افزایش طول پیدا کند) و باعث افزایش نیرو روی سطوح آب بندی شود که می تواند منجر به ایجاد اصطکاک زیاد و تسریع در فرسایش سطوح آب بندی شود.

جهت صحیح فنر در مکانیکال سیل های تک فنری باید طوری باشد که در حین چرخش فنر در جهت جمع شدن بپیچد تا باعث کم شدن نیرو روی سطوح آب بندی شود.

#### **روش تشخیص جهت صحیح فنر**

برای تشخیص جهت صحیح فنر بهترین راه حل این است که مجموعه رتوری و فنر که روی سیلیو قرار گرفته اند طوری در دست قرار داده شوند که رتوری (که یک طرف فنر روی آن قرار دارد) در دست چپ و قسمت انتهای سیلیو (همراه با طرف دیگر فنر) در دست راست دقیقاً در جهتی که روی پمپ نصب می شوند (مکانیکال سیل داخلی یا خارجی) قرار گیرند در این موقعیت اگر سیلیو در جهت دور پمپ چرخانده شود باید فنر طوری پیچ بخورد که جمع شود (طول آن کم شود). در شکل های زیر جهت صحیح فنر برای موقعیت های متعدد پمپ هانشان داده شده است.



**THIS SHOWS A RIGHT HAND SPRING**

*Indicated by 'R' after Part Number*



**THIS SHOWS A LEFT HAND SPRING**

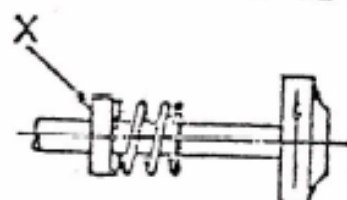
*Indicated by 'L' after Part Number*

Looking at the lapped face of the rotary seal ring (marked X in the sketches on the reverse side of this label), clockwise shaft rotation requires a right hand spring, and anti-clockwise shaft rotation requires a left hand spring.

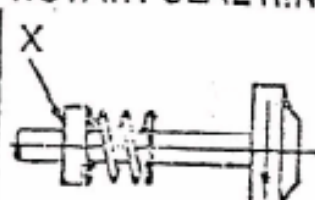
## **FLEXIBOX LIMITED**

### **SOME TYPICAL EXAMPLES**

X = LAPPED FACE OF ROTARY SEAL RING

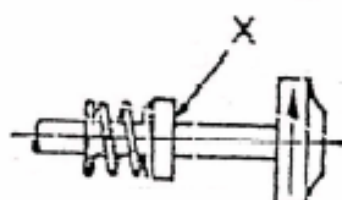


**L.H. SPRING**

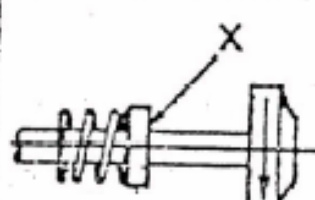


**R.H. SPRING**

### **INTERNALLY MOUNTED SEALS**

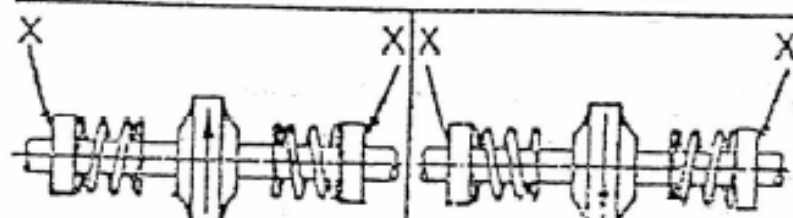


**R.H. SPRING**



**L.H. SPRING**

### **EXTERNALLY MOUNTED SEALS**



**L.H. SPRING R.H. SPRING**

**R.H. SPRING L.H. SPRING**

### **INTERNALLY MOUNTED SEALS**

## نشتی مکانیکال سیل P-802

مشکل مکانیکال سیل پمپ های فوق کم بودن طول انها ونشتی های مکررو زیادبودن کارهای تعمیراتی روی انها وحجم بالای قطعات مصرفی انها بود.

### مشخصات پمپ

- ۱- مایع پمپ شونده امین کثیف.
- ۲- فشار ورودی 2 بار.
- ۳- فشار خروجی 32 بار.
- ۴- سیستم گرداننده الکتروموتور.
- ۵- نوع مکانیکال سیل فلکسی باکس.
- ۶- دمای مایع پمپ شونده حدود 100 درجه سانتیگراد.

### اقدامات انجام شده

- ۱- تعمیرات مکرر مکانیکال سیل.
  - ۲- ارسال پمپ به کارگاه جهت تعمیر.
  - ۲- استفاده از اورینگ های ایزولاست روی مکانیکال سیل ها.
  - ۳- تعویض سیلیو در حین انجام تعمیر.
- با انجام اقدامات فوق (بخصوص تعویض اورینگ رتوری بانوع ایزولاست) مشکل تاحدی مرتفع شد ولی مشکل بطور کامل حل نشد.

### اقدامات بعدی

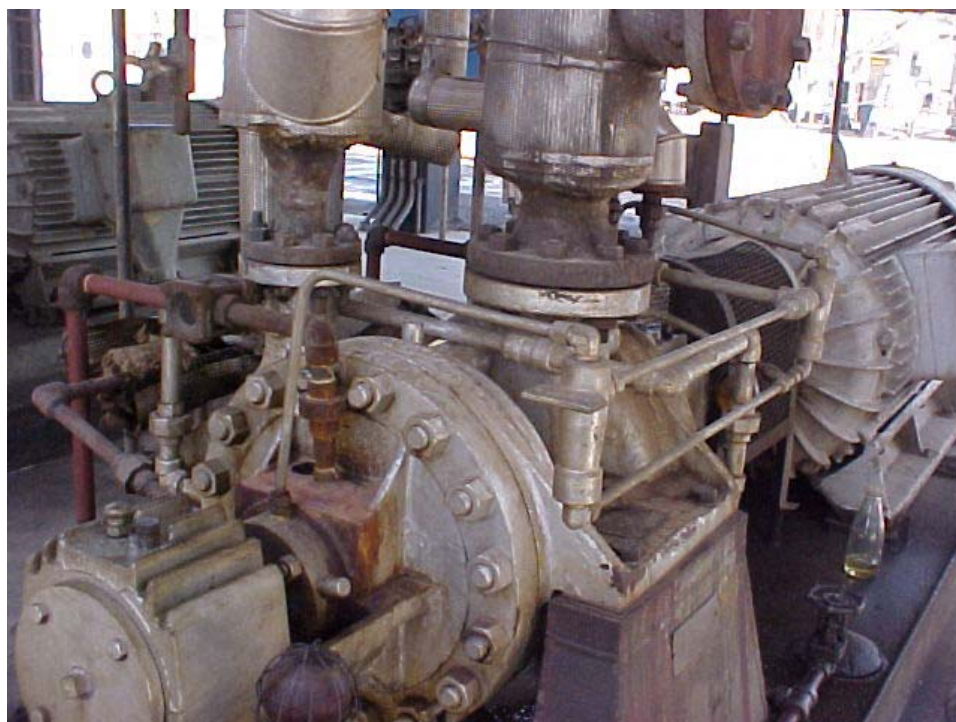
با بستن Pressure Guage روی مسیر سیل فلش تزریقی به مکانیکال سیل قسمت فشار پایین پمپ فشار استافینگ باکس اندازه گیری گردید که حدود 16 بار بود.

لازم به توضیح است که در این پمپ هامسیرهای درین سایکلون سپاریتورها بجای این که به قسمت ورودی پمپ متصل شوند به ورودی مرحله دوم (بین مرحله ها) که فشار آن حدود 16 بار است متصل شده بودند.

### اقدامات اصلاحی

کاهش دادن فشار استافینگ باکس دو طرف بانصب سیستم لوله کشی (بالانس لاین) از استافینگ باکس ها به لوله ورودی پمپ که این تغییرات باعث شد فشار استافینگ باکس های دو طرف پمپ به 2 بار تقلیل پیدا کند. البته لازم به توضیح است که برای ممانعت از کم شدن فلوی پمپ کلرنس بوش های استافینگ باکس دو طرف نیز روی مینیم تنظیم شد و سیستم لوله کشی طوری طراحی شد که امکان تزریق مایع

سیل فلش از منبع داخل پمپ و منبع بیرون پمپ فراهم باشد که مایع سیل فلش منبع خارجی تزریق آب کندانس بجای امین روی مکانیکال سیل ها بود که باعث مرتفع شدن کامل مشکل نشی شد.



#### نتیجه

- ۱- بالا بودن فشار استافینگ باکس و کثیف بودن مایع پمپ شونده باعث نفوذ ذرات جامد بین اورینگ رتوری و سیلیو و انباشته شدن ذرات جامد بین آنها و جام شدن رتوری می گردید.
- ۲- بانصب اورینگ نوع ایزولاست تاثیر مواد شیمیائی روی اورینگ ها که باعث چسبندگی اورینگ و سیلیو می شد کاهش پیدا کرد ولی وجود ذرات همراه با مایع پمپ شونده باعث نفوذ آن بین رتوری و سیلیو و جام شدن آن می گردید.
- ۳- بامتصل نمودن محفظه استافینگ باکس به قسمت ورودی پمپ (محفظه کم فشار)، فشار روی مکانیکال سیل ها کاهش پیدا می کرد و همین کار باعث نفوذ کمتر ذرات جامد بین رتوری و اورینگ و سیلیو و ممانعت از جام شدن رتوری گردید.
- ۴- با تزریق آب کندانس (مایع تمیزی که تاثیر شیمیائی نیز ندارد) روی مکانیکال سیل مشکل بطور صد درصد مرتفع شد.

## خرابی زودرس مکانیکال سیل پمپ P-701

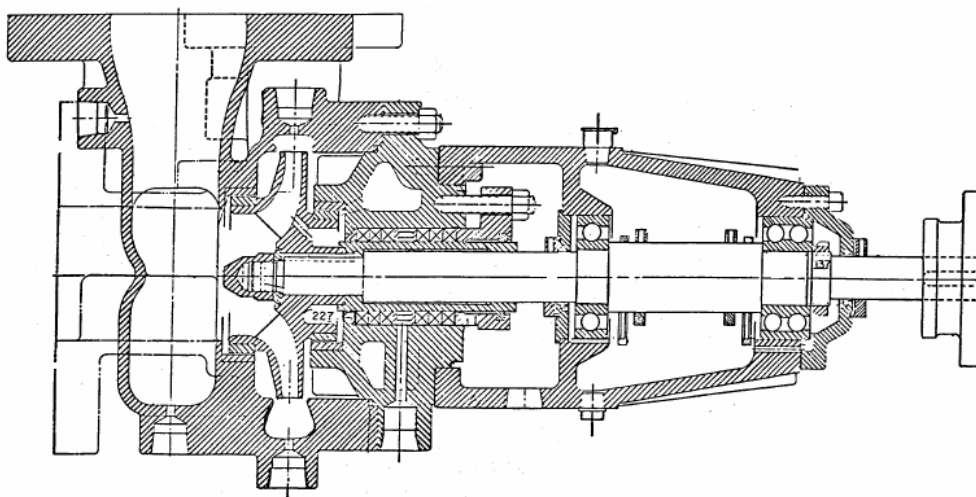
مشکل اصلی پمپ فوق خرابی زودرس و کم بودن طول عمر مکانیکال سیل های آن بود.

### مشخصات پمپ

- ۱- پمپ Over Hang یک مرحله ای
- ۲- مایع پمپ شونده آب کندانس
- ۳- درجه حرارت آب 230 درجه سانتیگراد
- ۴- نوع مکانیکال سیل فلکسی باکس
- ۵- فشار ورودی 23 بار
- ۶- فشار خروجی 27 بار

### اقدامات اصلاحی

- ۱- تامین مایع سیل فلش از خروجی پمپ های 705 با فشار خروجی حدود 31 بار
  - ۲- نصب کولر سیل فلش با سایز خیلی بزرگتر
  - ۳- تجربه نشان داده بود که بابالا بردن فشار محفظه استفینگ باکس (بایشترباز کردن ولو ورودی مسیر سیل فلش وضعیت مکانیکال سیل بهتر می شد)
- با انجام این اقدامات مشکل تاحدی حل شد ولی بیشتر اوقات پس از تعمیر این پمپ هادر کارگاه و نصب و راه اندازی باز شاهد نشتی مکانیکال سیل و کم بودن طول عمر آن ایم.



### علت

زیاد شدن تدریجی قطر سوراخ های Balance Hole روی پروانه در اثر عبور مایع باعث شده بود فشار محفظه آب بندی کاهش پیدا کند و باعث تبخیر شدن مایع در استافینگ باکس و بین سطوح آب بندی و نهایتاً فاصله افتادن بین سطوح آب بندی Face Separation و نشتی مکانیکال سیل شود.

لازم به توضیح است که پس از تعمیر پمپ در کارگاه به دلیل این که کلرنس رینگ فرسایشی پشت پروانه کاهش پیدامی کرد باعث نفوذ کمتر مایع از قسمت بالای پروانه به محفظه استافینگ باکس می شد و منجر به تقلیل فشار استافینگ باکس و مسائل بعدی می گردید.



### اقدام اصلاحی

به دلیل فرسایشی که در طول زمان در حین عبور مایع از داخل سوراخ های متعادل کننده روی پروانه ایجاد می شد باعث افزایش قطر آنها و افزایش سطح مقطع عبور جریان شده بود که مشکل باکم کردن این سطح مقطع مرتفع گردید.

راه حل های موجود شامل:

- ۱- تعویض پروانه با پروانه نو که سوراخ های متعادل کننده آن در حد استاندارد باشد.
  - ۲- کم کردن تعداد سوراخ های روی پروانه با پرس کردن پین در داخل آنها و جوشکاری آن.
  - ۳- پر کردن سوراخ های قبلی و سوراخ کردن مجدد پروانه .
- می باشد.

دلیل اصلی نشتی مکانیکال سیل ناشی از کم شدن فشار استافینگ باکس و تبخیر شدن مایع در این محفظه و عدم تامین فیلم مایع مورد نیاز روی مکانیکال سیل و تماس فلز با فلز بود که این مشکل با تزریق مایع با فشار بیشتر و بیشتر کردن حجم مایع تزریقی و همچنین سرد کردن بیشتر مایع امکان پذیر است ولی مشکل اصلی زیاد بودن سایز Balance Hole های روی پروانه پمپ بود که باعث می شد مایع تزریق شده سریعاً از این راهگاه ها وارد ورودی پمپ شود و فشار استافینگ باکس بیفتد و باعث تبخیر شدن مایع گردد که این مشکل با کم کردن قطر این سوراخ ها حل شد.

## نشتی مکانیکال سیل P-155

باتوجه به پایین بودن فشارمحفظه استافینگ باکس طرف کم فشارپمپ بازمایع سیل فلش روی مکانیکال سیل تزریق نمی شودباعث نشتی های متناوب ,دودکردن مکانیکال سیل ونشتی زودرس ان می شد.

### مشخصات پمپ

۱-پمپ دومرحله ای نوع گریزازمرکز

۲-فشارورودی 0.5Bar

۳-فشارخروجی 18.8Bar

۴-دمای مایع پمپ شونده 360 C

۵-نوع مکانیکال سیل بلوزی نوع Sealol

۶- مایع سیل فلش دیزل بافشار 10Bar که ازطریق بیرون پمپ تامین می شود.

لازم به توضیح است که باتوجه به اختلاف فشاردواستافینگ باکس(طرف ورودی وخروجی) وفشارثابت لوپ دیزل(ده بار), برای کم کردن فشارمایع سیل فلش تزریقی روی مکانیکال سیل طرف کم فشار,روی مسیرورودی استافینگ باکس کم فشار,یک عدد رگولاتورشده بودتاسیل فلش بافشارپایین ترروی مکانیکال سیل تزریق کند.

### اقدامات انجام شده

۱-چک کردن کلیه مسیرهای سیل فلش

۲-ارسال رگولاتورولوبه کارگاه جهت چک وتنظیم

که مثمرثمر واقع نشد.

### علت

علت تزریق نشدن سیل فلش مربوط به خراب بودن رگولاتورولوبود که برداشته شد وبجای ان یک عددGlobe Valve قرارگرفت ومقدارمایع موردنیازبابازوبسته کردن این ولو کنترل شد.  
لازم به توضیح است که وظیفه مایع سیل فلش خنک کردن سطوح اب بندی ناشی ازچرخیدن انهاروی همدیگراست که باعث تولید گرما می شودو مقداران برای خنک کاری مطلوب مهم است.

### چندتوضیح

۱- همانطور که قبلانیز ذکر گردیدتزریق نشدن مایع سیل فلش بخصوص روی پمپ هائی که مایعات بادرجه حرارت بالا را پمپاژمی کنندباعث دودکردن,کاهش طول عمرمکانیکال سیل ونشتی های متناوب می شود که علت ان گرم شدن بیش از حدمایع دراستافینگ باکس(دراثرحرارت تولید شده ناشی از اصطکاک)است که کارروغنکاری وایجادفیلم مایع بین دوسطح رانیزانجام می دهد.گرم شدن

بیش از حد مایع و ایجاد حرارت باعث تبخیر شدن مایع بین سطوح اب بندی (و بیرون آمدن بخارات مایع که بصورت دود مشاهده می شود) و افزایش فشار بین سطوح اب بندی و فاصله افتادن بین دو سطح اب بند کننده و ایجاد نشتی می شود و عبور کردن مایع با درجه حرارت کمتر از بین دو سطح (نشتی) باعث روانکاری مجدد و ایجاد فیلم مایع و ممانعت از نشتی می شود و سپس پس از چند لحظه (بستگی به درجه حرارت) دوباره این عمل تکرار می شود که نتیجه ان نشتی متناوب از مکانیکال سیل است (اصطلاحاً گفته می شود که مکانیکال سیل پپ می کند).

۲- در پمپ هایی که مایع پمپ شونده انها خاصیت روانکاری نداشته باشند و یا مایع پمپ کثیف باشد برای جلوگیری از ورود این نوع مایعات به محفظه اب بندی (استافینگ باکس) که می تواند باعث خرابی زود درس مکانیکال سیل ها شود مایع مناسبی که هم دارای خاصیت روانکاری داشته باشد و هم با مایع پمپ شونده هم خوانی داشته باشد در وی مکانیکال سیل و داخل محفظه اب بندی تزریق می شود (سیل فلش) که هم کار خنک کاری را انجام می دهد و هم باعث بالابردن فشار محفظه اب بندی برای ممانعت از ورود مایع (کثیف و داغ) پمپ به محفظه اب بندی می شود و در صورتی که مقدار فشار ان کم باشد می تواند باعث تقلیل فشار محفظه اب بندی و ورود مایع پمپ به این محفظه (مخلوط شدن مایع پمپ و سیل فلش تزریقی) و ایجاد اختلال در خنک کاری مکانیکال سیل گردد. مایع سیل فلش تزریق شده در استافینگ باکس به قسمت کم فشار پمپ از زیر بوش استافینگ باکس وارد پمپ می شود و با مایع پمپ مخلوط می شود ولی مایع سیل فلش تزریق شده در قسمت فشار بالا نیز به همراه مایعاتی که از زیر بوش استافینگ باکس وارد استافینگ باکس شده از طریق مسیر بالانس لاین به ورودی پمپ (قسمت کم فشار) هدایت می شود.

۳- در انتهای محفظه های اب بندی (طرف داخل پمپ) نیز بوش هایی بانام های بوش استافینگ باکس یا Neck Bush یا تروتل بوشینگ تعبیه می شود که کلرنس کمی با محور دارند و وظیفه انها هم ممانعت از ورود مایع پمپ به محفظه اب بندی است و هم برای جلوگیری از کاهش فشار استافینگ باکس است و در صورتی که کلرنس ان افزایش پیدا کند می تواند باعث ایجاد اختلال در عملیات خنک کاری سطوح اب بندی، بالارفتن فشار محفظه اب بندی (در قسمت فشار بالا)، کاهش طول عمر مکانیکال سیل و ایجاد نشتی گردد.

## نشتی مکانیکال سیل P-156

مشکل پمپ فوق در اوایل راه اندازی پالایشگاه کم بودن طول عمر مکانیکال سیل (مکانیکال سیل طرف فشار) و نشتی زیاد و بالا بودن حجم کارهای تعمیراتی روی آن و به خطر افتادن واحد شده بود. بررسی های انجام شده روی پمپ نشان می داد که فشار استافینگ باکس طرف فشار پمپ حدود ۱۳ بار ولی فشار سیل فلش تزریقی که از لوپ دیزل تامین می گردید حدود ۱۰ بار بود که باتوجه به این شرایط امکان تزریق شدن مایع خنک روی مکانیکال سیل فراهم نمی شد و مکانیکال سیل تحت فشار و درجه حرارت بالا کار می کرد که منجر به تبخیر مایع در محفظه استافینگ باکس، خرابی زودرس و ..... می گردید.

### مشخصات پمپ

- ۱- پمپ گریز از مرکز دو مرحله ای
- ۲- فشار ورودی پمپ 0.3 Bar
- ۳- فشار خروجی پمپ 18.8 Bar
- ۴- دمای مایع پمپ شونده Heavy Gas Oil
- ۵- مکانیکال سیل نوع بلوزی Sealol
- ۶- منبع تامین سیل فلش از خارج پمپ (با فشار حدود 8-10 Bar)

### اقدامات انجام شده

- ۱- تعمیر و تعویض مکرر مکانیکال سیل
- ۲- ارسال پمپ به کارگاه و کم کردن کلرنس بوش محفظه استافینگ باکس و رینگ های فرسایشی. ولی مشکل همچنان باقی بود.

### علت

پس از بررسی های زیادی که در کارگاه انجام شد ملاحظه شد که مسیر بالانس لاین پمپ کمی مسدود است که تحقیقات بعدی نشان داد گرفتگی مسیر مربوط به ریخته گری کاور پمپ بوده است.

### اقدام اصلاحی

برای رفع مشکل مسیر بالانس لاین با زدن مته افزایش قطر داده شد و پمپ مونتاژ و به واحد منتقل شد. پس از در سرویس قرار گرفتن پمپ مشاهده شد که فشار استافینگ باکس طرف فشار کاهش پیدا کرده است ولی باز مشکل بطور کامل حل نشده بود. لازم به توضیح است که مسدود بودن مسیر بالانس لاین باعث عدم تخلیه مایع نفوذ کرده از زیر بوش استافینگ باکس به طرف محفظه کم فشار پمپ (قسمت ورودی) می شد و منجر به ورود مایع داغ پمپ

بطرف استافینگ باکس و بالارفتن فشاراین محفظه می گردید که باتوجه به کمتر بودن فشارمایع سیل فلش نسبت به فشاراستافینگ باکس امکان تزریق سیل فلش فراهم نمی شد.

### **نشتی مکانیکال سیل P-156**

باتوجه به اقدامات انجام شده فوق ملاحظه شد که باتوجه به کم شدن فشاراستافینگ باکس بازمشکل نشتی مکانیکال سیل بطورکامل حل نشده است.

#### **علت**

پس از مطالعات و بررسی هازیادمشخص شد که نشتی مکانیکال سیل به دلیل بیش از حد کم شدن فشارمحفظه اب بندی بوده است. پس از مته کردن قسمت گرفتگی مسیر بالانس لاین به دلیل بیش از حد باز شدن مسیر بالانس لاین باعث تخلیه بیشتر مایع داخل استافینگ باکس و نهایتاً افتادن بیش از حد فشاراین محفظه شده بود که باتوجه به درجه حرارت بالای مایع پمپ شونده منجر به تبخیر شدن و دو فاز شدن مایع در محفظه استافینگ باکس و اختلال در روانکاری سطوح اب بندی خشک چرخیدن سطوح اب بندی روی همدیگر افزایش حرارت و فاصله افتادن بین سطوح اب بندی می شد که نتیجه ان ایجاد نشتی و خرابی زودرس مکانیکال سیل می شد.

#### **اقدام اصلاحی**

باتوجه به در دسترس نبودن محل مته شده برای جوشکاری و سوراخ کاری مجدد و باتوجه به این که ساینز دقیق سوراخ نیز مشخص نبود کار با مشکل مواجه بود که پس از مشورت های لازم تصمیم گرفته شد که مشکل با قرار دادن اریفیس های با ساینز های مختلف در داخل مهره ماسوره Union ای که در وسط مسیر بالانس لاین واقع شده بود و بصورت سعی و خطا حل شود (بدون باز کردن پمپ و در واحد) باراه اندازی پمپ و اندازه گیری فشار استافینگ باکس تا رسیدن به فشار مطلوب انجام شود که پس از چند مرحله ساینز اریفیس مطلوب بدست آمد و مشکل حل شد.

### **نشتی مکانیکال سیل P-156**

پس از تعمیر پمپ فوق در کارگاه و ارسال آن به واحد (چند سال بعد) پس از نصب و راه اندازی آن نشتی از مکانیکال سیل آن شروع شد (مکانیکال سیل طرف فشار) که پس از چندین بار باز کردن و تعمیر مکانیکال سیل مشکل حل نشد.

پس از نصب فشار سنج روی استافینگ طرف فشار ملاحظه شد که فشار استافینگ باکس پایین است که همین می تواندست باتوجه به دمای بالای مایع پمپ شونده منجر به تبخیر مایع و..... نشتی و خرابی زودرس مکانیکال سیل شود.

#### **علت**

پس از بررسی های بعدی مشخص شد که اریفیس که در تعمیرات قبلی در داخل Union مسیر بالانس لاین قرار داده شده بود در حین باز کردن پمپ در کارگاه بیرون افتاده و کسی متوجه آن نشده است (چون یک کار غیر عادی بوده که در مسیر بالانس لاین اریفیس قرار گیرد) و پس از مونتاژ پمپ و بستن بالانس لاین به واحد منتقل شده و باعث می شد مسیر بالانس لاین بیشتر باز باشد که منجر به کم شدن فشار استافینگ باکس و..... گردید. که مشکل مجدداً بصورت سعی و خطا و تغییر سایز اریفیس تا حصول به نتیجه مطلوب تکرار شد.

لازم به توضیح است که اقدامات این چینی که ناچاراً و بطور غیر نرمال روی پمپ های اهر دستگاه دیگر انجام می شود حتماً باید در پرونده دستگاه قید شود تا در آینده دوباره دچار مشکل نشوید.

### **نشتی مکانیکال سیل پمپ P-2108**

پس از تعمیر و مونتاژ مکانیکال سیل پمپ فوق ملاحظه شد که باتوجه به سالم بودن قطعات مکانیکال سیل و مونتاژ صحیح آن باز نشتی زیادی وجود دارد.

#### **مشخصات مکانیکال سیل**

۱- نوع پمپ گریز از مرکز

۲- نوع مکانیکال سیل فلکسی باکس

۳- محل تزریق سیل فلش روی سیل پلیت

#### **علت**

پس از بررسی های به عمل آمده مشخص شد که علت اصلی نشتی مربوط به جابجاسته شدن لوله ورودی سیل فلش بوده است.

بی دقتی در نصب سیل پلیت باعث شده بود که لاین تزریق سیل فلش روی سیل پلیت با لاین تزریق بخار Steam Quinch جابجا شود و پس از پر شدن پمپ مایع از مسیر سیل فلش بطرف بیرون منتقل شود.

## نشتی مکانیکال سیل P-508

پس از تعمیر و نصب مکانیکال سیل فوق و بستن آن روی پمپ (در کارگاه) ملاحظه شد که پس از پر کردن پمپ نشتی از مکانیکال سیل آن شروع می شود.

### شرایط مکانیکال سیل

۱- نوع پمپ Over Hang

۲- نوع مکانیکال سیل فنر مارپیچی نوع فشاری (فلکسی باکس)

۳- فشار تست 4 اتمسفر

### اقدامات انجام شده

۱- بررسی رتوری و کربن که هر دو سالم بودند (تعویض هم شدند).

۲- چک کردن تمامی اورینگ های روی مکانیکال سیل.

۳- چک کردن رتوری روی سیلیو که از آن حرکت می کرد.

۴- چک و تعویض سیلیو.

۵- چک کردن اوتی محورو سیلیو با ساعت اندازه گیر.

۶- چک کردن صورت استافینگ باکس با ساعت اندازه گیر.

۷- چک کردن محل قرارگیری کربن رینگ در داخل سیل پلیت

که در هر مرحله مکانیکال سیل بسته می شد ولی باز مشکل در جای خود باقی بود.

### علت

طول موثر مکانیکال سیل بیشتر از حد نرمال آن شده بود.

در تعمیراتی که روی این مکانیکال سیل انجام شده بود به دلیل خوردگی محل قرارگیری کربن رینگ در داخل سیل پلیت مجبور به جوشکاری و تراشکاری سیل پلیت در این قسمت شده بود که در حین تراشکاری قسمت صورت سیل پلیت (در محل نشیمن کربن) نیز اشتباه تراشیده شده بود و همین امر باعث می شد تا کربن بیشتر در داخل سیل پلیت بنشیند (عمق محل قرارگیری کربن در سیل پلیت بیشتر شده بود) که این موضوع باعث می شد که فنر بیشتر باز شود و محل قرارگیری رتوری از روی پله سیلیو بطرف کربن حرکت کند و نهایتاً مایع از زیر رتوری و سیلیو نشت پیدا کند که مشکل با جوشکاری و تراشکاری مجدد سیل پلیت مرتفع شد.

نکته حائز اهمیت این که قبل از نصب مکانیکال سیل باید طول موثر آن (از سطح کربن تا انتهای فنر) اندازه گیری شود و این اندازه با مقدار مشخص شده در نقشه مکانیکال سیل مطابقت داده شود.

## نشتی مکانیکال سیل P-253

پس از تعمیر و نصب مکانیکال سیل فوق و بستن آن روی پمپ (در کارگاه) ملاحظه می شود که پس از پر کردن پمپ نشتی از مکانیکال سیل آن شروع می شود.

### مشخصات مکانیکال سیل

- ۱- نوع پمپ Over Hang
- ۲- نوع مکانیکال سیل فنر مارپیچی نوع فشاری
- ۳- فشار ورودی 23Bar
- ۴- فشار خروجی 25Bar
- ۵- نوع مایع پمپ شونده نفتا
- ۶- درجه حرارت مایع پمپ شونده ۰ ° درجه سانتیگراد

### وضعیت نشتی

- ۱- نشتی در حالت استاتیکی و دینامیکی وجود داشت .
- ۲- نشتی در فشار پایین و فشار بالا وجود داشت.
- ۳- با چرخاندن محور نشتی تغییر می کرد (نشتی کم و زیاد می شد).
- ۴- پس از هر بار باز بسته کردن مکانیکال سیل مقدار نشتی تغییر می کرد.
- ۵- بعضی اوقات (پس از باز بسته کردن مکانیکال سیل) نشتی قطع می شد.
- ۶- شواهد حاکی از نشتی مایع از بین سطوح آب بندی بود.

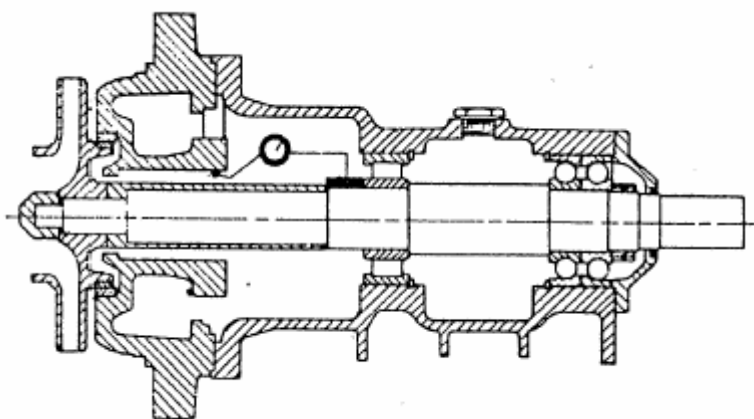
### اقدامات انجام شده

- ۱- بررسی تک تک قطعات مکانیکال سیل و پمپ (رتوری و کربن سالم و دیگر قطعات ظاهر سالم بودند).
- ۲- تعویض قطعات مکانیکال سیل شامل رتوری , کربن رینگ , فنر , سیلیو و اورینگ ها.
- ۳- کم و زیاد کردن نیروی فنر
- ۴- چک کردن حرکت رتوری روی محور که از آن حرکت می کرد.
- ۵- لپ کردن سطوح آب بندی در هر مرحله.
- ۶- تغییر دادن طول موثر مکانیکال سیل با جوشکاری سیل پلیت (بالاتر آوردن محل قرارگیری کربن رینگ در داخل سیل پلیت به اندازه ۳ میلیمتر با جوشکاری و تراشکاری)
- ۷- چک کردن اوتی محور و سطح استافینگ باکس (محل نصب سیل پلیت)
- ۸- چک کردن قسمت های مختلف کاور نسبت به سطح استافینگ باکس

## علت

عمودنبودن سوراخ استافینگ باکس (درجهت شعاعی) نسبت به سطح ان روی کاور (درجهت محوری) در تعمیراتی که روی کاور انجام شده بود به دلیل خرابی محل قرارگیری سیل پلست روی استافینگ باکس (روی کاور) اقدام به جوشکاری و تراشکاری در قسمت قطر داخلی استافینگ باکس شده بود که در حین تراشکاری به دلیل بی دقتی قسمت داخلی استافینگ باکس با سطح پیشانی ان تنظیم نشده بود و همین امر باعث شده بود با توجه به این که سطح پیشانی استافینگ باکس با بدنه پمپ (محل قرار کسکت ها) موازی بود ولی سوراخ استافینگ باکس با محور تقارن کاور نا هم محور شود و باعث کج شدن سیل پلست (موازی نبودن سطوح اب بندی) در حین نصب و ایجاد نشتی شود.

لازم به توضیح است که Spigot سیل پلست (که در داخل استافینگ باکس قرار می گیرد) با قسمت قطر داخلی سیل پلست سایز تو سایز است و اوتی شعاعی داخل استافینگ باکس باعث کج سوار شدن سیل پلست می شود و قبل از نصب مکانیکال سیل حتما باید اوتی این قسمت توسط ساعت اندازه گیر چک شود و با مقادیر مجاز که از دو هزارم اینچ تجاوز نمی کند مقایسه شود و از این ناحیه رفع اشکال شود.



البته در اغلب اوقات به دلیل محدودیت های مکانی امکان انجام این چک با استفاده از ساعت اندازه گیر میسر نیست و حتما باید کاور باز شود و روی ماشین تراش و پس از تنظیم دقیق کاور روی ماشین در قسمت های مختلف ان (ترو نمودن) این کار انجام شود. نکته حائز اهمیت دیگر این که عملیات تراشکاری باید پس از این مراحل انجام شود و در صورتی که فاصله زمانی بین ترو کردن و تراشکاری افزایش پیدا کند احتمال افتادن قطعه از روی ماشین (ول شدن در اثر نیروی وزن) در اثر مرور زمان وجود دارد.

لازم به توضیح است که اوتی در ناحیه فوق اشاره حدود 0.006 اینچ اندازه گیری شده بود که با جوشکاری مجدد داخل استافینگ باکس (در حالی که کاور روی ماشین تراش بسته شده بود) و تراشکاری مشکل بطور کامل مرتفع گردید.

## نشتی مکانیکال سیل پمپ P-106

پس از تعمیر و نصب مکانیکال سیل و پر کردن پمپ فوق ملاحظه شد که باتوجه به این که تمامی قطعات مکانیکال سیل سالم بودند باز نشتی زیادی وجود دارد.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای با پروانه Double Suction

۳- فشار ورودی 3Bar

۴- فشار خروجی 10Bar

۵- مایع پمپ شوونده هیدروکربور

۶- درجه حرارت مایع پمپ شوونده 226 C

۷- محل تامین مایع سیل فلش از خروجی پمپ و از منبع خارجی

۸- نوع مکانیکال فلکسی باکس

### علت

پس از بررسی های به عمل آمده مشخص شد که عامل اصلی نشتی به دلیل جام شدن مکانیکال سیل در حین نصب در اثر ناهم محور بودن سیلیو و سیل پلیت (هم محور نبودن سطوح اب بندی) بوده است. که علت آن نیز به جهت سفت کردن پیچ های سیل پلیت قبل از نصب هوزینگ برینگ و جازدن فیت پین های آن بوده است.

### نکته

اگر در هنگام بستن مکانیکال سیل روی پمپ (بخصوص پمپ های دو طرفه) قبل از بستن و تنظیم کردن هوزینگ برینگ و جازدن فیت پین های آن، ابتدا پیچ های سیل پلیت (که سیل پلیت را روی بدنه پمپ نگه می دارند) سفت شوند باعث به هم خوردن هم محوری سطوح اب بندی و یک طرفه قرار گرفتن قطعات و باعث جام شدن رتوری روی سیلیو و فاصله افتادن بین سطوح اب بندی (رتوری و ذغال) و ایجاد نشتی می شود.

لازم به توضیح است که کلرنس Spigot سیل پلیت که روی بدنه استافینگ باکس قرار می گیرد در حد هزارم اینچ می باشد و هنگام نصب سیل پلیت در شرایطی که محور دقیقاً در جای خود قرار ندارد (هوزینگ برینگ با فیت پین ها نصب نشده) باعث می گردد Spigot سیل پلیت بطور کامل در داخل استافینگ باکس قرار نگیرد (گیر بیفتد) و باعث کج شدن و ناهم محوری آن و نهایتاً موازی نبودن دو سطح رتوری و استیشنری مکانیکال سیل و فاصله افتادن بین آنها و ایجاد نشتی گردد. لازم به توضیح است که در این نوع مکانیکال سیل ها حرکت شعاعی رتوری روی سیلیو کاملاً

محدود است و به هیچ وجه نمی تواند خودش را با ناهم محوری کربن رینگ که در داخل سیل پلیت نصب شده وقف دهد (دو سطح روی هم قرار گیرند).  
در این گونه موارد با شل کردن پیچ های سیل پلیت (وقتی هوزینگ بسته شده) و چرخاندن شافت احتمال رفع جامی وجود دارد.

### **نشستی مکانیکال سیل P-106**

باتوجه به سالم بودن تمامی قطعات مکانیکال سیل پمپ فوق ملاحظه می شد که پس از نصب مکانیکال سیل و پر کردن پمپ نشستی شروع می شود.

#### **علت**

جام شدن مکانیکال سیل در حین نصب به دلیل ناهم محوری بین سیلیو و سیل پلیت (هم محور نبودن سطوح اب بندی) به دلیل مساوی نبودن ضخامت گوشواره های لاک کننده مکانیکال سیل که با تعویض گوشواره های لاک کننده با ضخامت های مساوی مشکل حل شد.

باتوجه به کلرنس بسیار کمی که بین قطعات ثابت و متحرک مکانیکال سیل ها وجود دارد، ناهم محوری های اولیه هنگام مونتاژ مکانیکال سیل ها باعث می شود موازی بودن سطوح اب بندی مکانیکال سیل ها به هم بخورد و بین سطوح اب بندی فاصله بیفتد و باعث ایجاد نشستی پس از پر شدن پمپ شود.  
لازم به توضیح است که در مکانیکال سیل هایی که بصورت کارتریج (مجموعه مکانیکال سیل روی سیلیو نصب می شود و مکانیکال سیل کاملاً روی محور قرار می گیرد) نصب می شوند برای این که وضعیت هم محوری قطعات (کج نشدن) در حین جازدن مکانیکال سیل به هم نخورد از دو یاسه عدد گوشواره (پلیت با ضخامت مساوی) که از یک طرف روی سیل پلیت و از طرف دیگر روی شیار که روی سیلیو تعبیه شده قرار می گیرد و مهمترین وظیفه آن هم محور کردن مجموعه است که پس از این که مکانیکال سیل بطور کامل روی پمپ نصب شد و در آخرین مرحله با شل کردن پیچ ها و چرخاندن آنها گوشواره ها از لاک خارج می شوند.

لازم به توضیح است که این قطعات علاوه بر هم محور کردن قطعات ثابت و متحرک مکانیکال سیل به عنوان تنظیم کننده طول موثر مکانیکال سیل و همچنین برای ممانعت از حرکت قطعات مکانیکال سیل در زمانی که مکانیکال سیل طرف دیگر پمپ باز می شود نیز عمل می کنند و پس از اتمام کار حتماً باید از لاک خارج شود در غیر این صورت می تواند باعث ایجاد اصطکاک زیاد قطعات و احتمال آتش سوزی و ایجاد نشستی نماید.

## نشتی مکانیکال سیل P-631

پس از نصب مکانیکال سیل (نوع مکانیکال سیل بلوزی) پمپ فوق وپر کردن تلمبه ملاحظه شد که نشتی کمی وجود دارد ولی مقدار نشتی در زمان Run افزایش پیدامی کرد (در این حالت تمامی قطعات مکانیکال سیل سالم بودند).

### اقدامات انجام شده

۱- تعمیر مکانیکال سیل و تعویض بلوز

۲- تعویض مکانیکال سیل با مکانیکال سیل نو

### علت

جام شدن گایدهای سیستم انتقال قدرت واقع در داخل بلوز به دلیل بیش از حد کم بودن لقی بین آنها باعث می گردید بلوز فنریت لازم را نداشته باشد و نتواند همیشه با سطح متینگ رینگ تماس داشته باشد.



در اغلب مکانیکال سیل های بلوزی (بخصوص مکانیکال سیل های با سایز بالا) خارهایی کشوئی مانند در داخل سیل تعبیه شده که وظیفه آنها انتقال تورک روی بلوز است. اگر اندازه شیارهای تعبیه شده در داخل بلوز که بصورت کشوئی داخل هم حرکت محوری دارند با هم همخوانی نداشته باشند باعث ممانعت از حرکت محوری بلوز و جام شدن آن می شود.

قبل از نصب مکانیکال سیل روی پمپ باید از روان حرکت محوری بلوز اطمینان حاصل شود و در حین نصب نیز باید دقت زیادی شود تا وضعیت هم محوری سطوح اب بندی به هم نخورد.

### چند نکته

تقریباً اکثر مسائل مکانیکال سیل ها در حین نصب که باعث نشتی آن پس از ورود مایع به پمپ می شوند ناشی از موازی نبودن سطوح اب بندی مکانیکال سیل پس از نصب آنها روی پمپ است که علاوه بر موارد عنوان شده فوق دقت نکردن به موارد زیر نیز می تواند باعث ایجاد این مشکل شود:

۱- نامتوازن سفت کردن پیچ های L-Screw روی Drive Collar سیلیوراروی محور ثابت می کند (در مکانیکال سیل های نوع فلکسی باکس) می تواند باعث کج قرار گرفتن رتوری و ذغال شود. این پیچ ها باید با هم سفت شوند بطوری که پس از سفت شدن در تمامی نقاط بین سیلیو و شافت بطوریکه نواخت فیلر بخورد. لازم به توضیح است که روی رینگ شش عدد L-Screw نصب می شود که سه عدد آنها (یک در میان) Drive Collar راروی سیلیونگه می دارد و نسبت به سه تای دیگر کوتاه ترند و سه تای دیگر که کمی بلندتر هستند Drive Collar راروی محورنگه می دارند.

۲- نامتوازن سفت کردن پیچ های پشت Follower Packing نیز (در مکانیکال سیل های بلوزی) باعث کج شدن سیلیوروی محوری گردد که این پیچ ها نیز باید بطور متعادل سفت شوند. همچنین پیچ هائی که Follower Packing راروی محور (در جهت شعاعی) قفل می کنند باید بصورت متعادل سفت شوند.

لازم به توضیح است که موارد فوق حتما باید در مرحله اخر نصب مکانیکال سیل انجام شوند.

۳- ازاد بودن بیش از حد سیلیوروی محور نیز می تواند باعث تشدید موارد فوق گردد که حتما قبل از نصب مکانیکال سیل باید این مورد چک شود.

### **نشتی مکانیکال سیل P-631**

پمپ فوق به دلیل نشتی ناگهانی مکانیکال سیل از سرویس خارج شد که پس از باز کردن مکانیکال سیل وقطعات ان هیچ گونه خرابی روی قطعات ان ملاحظه نشد.

#### **علت**

پس از بررسی های انجام شده مشخص شد که علت نشتی مکانیکال سیل به دلیل حرکت محوری بیش از حد شافت به دلیل شل شدن لاک نت پشت تراست دیسک بوده است که پس از رفع مشکل بدون نیاز به قطعات مکانیکال سیل مشکل مرتفع گردید. این مشکل برای پمپ هایی هم که یاتاقان های آنها بال برینگ است می تواند اتفاق بیفتد که یکی از مسائل ان عدم تماس شاخک کاورهای دو طرف هوزینگ برینگ با کنس های بیرونی بال برینگ ها است که با تنظیم گسکت قابل حل است. لازم به توضیح است که علت نشتی مکانیکال سیل ها همیشه دلیل بر خرابی آنها نمی باشد و در بسیاری از موارد مسائل دیگر باعث ایجاد نشتی می شوند که باید آنها را شناسائی و رفع کرد.

## نشستی مکانیکال سیل P-640

پس از تعمیر پمپ و نصب مکانیکال سیل و در سرویس قراردادادن پمپ و چند لحظه کار پمپ نشستی از مکانیکال سیل شروع و افزایش پیدامی کرد.

### مشخصات پمپ

- ۱- مکانیکال سیل نوع بلوزی
- ۲- نوع پمپ گریز از مرکز دو مرحله ای
- ۳- نشستی از طرف مکانیکال سیل طرف فشار بالای پمپ
- ۴- مایع پمپ شوونده هیدرو کربورسنگین
- ۵- درجه حرارت مایع پمپ شوونده 371 C
- ۶- تامین مایع Flashing Oil از بیرون پمپ (مایع دیزل)

### اقدامات انجام شده

- ۱- تعمیر مکانیکال سیل و تعویض قطعات معیوب ان
  - ۲- چک کردن مسیر سیل فلش و تغییر دادن مقدار ان
  - ۳- چک کردن نحوه نصب
  - ۴- دقت زیاد در نصب
- که باز هم باعث خرابی چندین مکانیکال سیل گردید.

### علت

مشکل اصلی مربوط به کم بودن فشار استافینگ باکس (باتوجه به این که مکانیکال سیل طرف فشار نصب می شد)

لازم به توضیح است که در طی سال های قبل به دلیل یا ل بودن فشار استافینگ باکس تغییراتی روی سائز اریفیس این مسیر داده شده بود ولی پس از تعمیر پمپ در کارگاه و کم کردن کلرنس Neck Bush استافینگ باکس طرف فشار باعث شده بود که مقدار مایعی که از زیر بوش محفظه اب بندی به داخل استافینگ باکس وارد می شد کمتر شود و همین امر باعث افت فشار در محفظه اب بندی می شد .

مجموع این مسائل باعث می شد افت فشار در این مسیر کاهش پیدا کند و سیل فلش تزریق شده از پشت بوش استافینگ باکس سریعاً از مسیر بالانس لاین بطرف لاین ورودی پمپ کشیده شود و نهایتاً باعث خشک چرخیدن مکانیکال سیل , تبخیر مایع , جدا شدن سطوح اب بندی و ... و ایجاد نشستی گردد.

### اقدام اصلاحی

قراردادن اریفیس در مسیر بالانس لاین از طریق سعی و خطا تا حصول به فشار مناسب برای استافینگ باکس.

## توضیح

باتوجه به گرم بودن مایع پمپ که می تواند سریعاً به بخار تبدیل شود سایز اریفیس که در داخل استافینگ باکس فشار تعبیه شده بسیار مهم و اساسی است. در صورتی که سایز آن از حد مطلوب کمتر باشد می تواند منجر به مسدود شدن مسیر و نهایتاً بالا رفتن فشار استافینگ باکس و عدم امکان تزریق مایع سیل فلش و..... گردد و در صورتی هم که از حد مطلوب بیشتر باشد می تواند باعث باز شدن مسیر تخلیه استافینگ باکس و افتادن فشار آن و..... گردد.

## نکته

در خیلی از مواقع برای کم کردن فشار استافینگ باکس برای امکان تزریق مایع سیل فلش به استافینگ باکس سایز اریفیس مسیر بالانس لاین را افزایش می دهند که می تواند باعث ایجاد مشکلات این چنینی گردد. در این گونه موارد بهترین راه حل کم کردن کلرنس بوش استافینگ باکس است یا استفاده از بوش هائی که در داخل آنها ماریچ هائی برای تجمع ذرات جاذب تعبیه شده باشد (با کلرنس پایین).



## نشستی مکانیکال سیل پمپ P-640

درسال های اولیه راه اندازی واحدهای ایزوماکس یکی از مهمترین مشکلات این واحدها پائین بودن طول عمر مکانیکال سیل پمپ های فوق و بیرون زدن آنها بود که غالباً با تنش سوزی همراه بود.

### مشخصات پمپ

- ۱- پمپ گریز از مرکز دو مرحله ای
- ۲- مایع پمپ شوونده هیدروکربور داغ
- ۳- درجه حرارت مایع پمپ شوونده 371 C
- ۴- فشار ورودی پمپ 1.7 Bar
- ۵- فشار خروجی پمپ 16 Bar
- ۶- نوع مکانیکال سیل بلوزی نوع Sealol 605

لازم به توضیح است که در ابتدای راه اندازی پالایشگاه مایع سیل فلش تزریقی روی مکانیکال سیل این پمپ ها از خروجی پمپ منشعب و پس از وارد شدن به کولرهای سیل فلش و خنک شدن روی مکانیکال سیل ها تزریق می شود به علت نداشتن خاصیت روانکاری مناسب مایع پمپ شوونده و درجه حرارت بالای آن و همچنین عدم کارائی مناسب کولرها و انتخاب نامناسب سایز اریفیس های نصب شده در مسیر مایع Flashing Oil و نهایتاً تزریق مایع داغ روی مکانیکال سیل که علاوه بر کاهش طول عمر مکانیکال سیل ها باعث عدم روانکاری مناسب و تبخیر شدن مایع بین سطوح آب بندی (به دلیل داغ بودن مایع و حرارت مضاعف ناشی از اصطکاک سطوح آب بندی) که منجر به بالا رفتن فشار بین سطوح آب بندی (درجهت محوری) و باز شدن یا جدا شدن سطوح آب بندی و ایجاد نشتی بخصوص در موقع تعویض این پمپ ها می شد.

### اقدام اصلاحی

تامین مایع سیل فلش از منبع بیرون پمپ و جمع اوری سیستم سیل فلش قبلی پس از بررسی های لازم این مشکل با آوردن مایع دیزل با درجه حرارت پائین از واحدهای تقطیر که پس از تمیز شدن در صافی روی مکانیکال سیل های دو طرف این پمپ ها تزریق مرتفع گردید.

لازم به توضیح است که باتوجه به بوش هائی که در داخل استافینگ باکس (محل نصب مکانیکال سیل) نصب شده و همچنین مسیر Balance Line ای که محفظه استافینگ باکس قسمت فشار بالای پمپ را به قسمت کم فشار آن (فشار ورودی) متصل می کند (که باعث کاهش فشار روی مکانیکال سیل طرف فشار بالا می شود) باعث می شود اگر مایع سیل فلش به اندازه کافی و با فشار مناسبی به محفظه های استافینگ باکس های دو طرف پمپ تزریق شود مایع داغ پمپ به هیچ عنوان نتواند به داخل محفظه استافینگ باکس نفوذ کند به عبارت دیگر مکانیکال سیل فقط وظیفه آب بند نمودن مایع سیل

فلش خنکی که روی آن تزریق می شود را برعهده دارده عبارت دیگر مثل این است که مکانیکال سیل روی یک پمپ بادرجه حرارت پایین ومایع مناسب(ازلحاظ تمیزی وروان کنندگی) کارمی کند. لازم به توضیح است که دراین شرایط نیز اگر به هردلیلی مثل کم شدن فشارمایع سیل فلش یاقطع آن, زیادشدن کلرنس بوش استافینگ باکس طرف فشارو..... مایع داغ پمپ واردمحفظه های اب بندی گرددباعث نشستی ناگهانی مایع ازمکانیکال سیل و.....می گردد.

البته لازم به توضیح است که برای عملی شدن منظور فوق وجلوگیری ازورودمایع داغ پمپ به داخل محفظه استافینگ باکس کلرنس بوش های محفظه اب بندی نیزباید کاهش داده می شد که از ۳۰ هزارم اینچ که توسط کارخانه سازنده داده شده به ۱۷ هزارم اینچ کاهش داده شد(به دلیل رقیق تر بودن مایع دیزل نسبت به مایع پمپ)درغیراین صورت حتی تزریق دیزل نیز نمی توانست مشکل را بطور کامل حل کند.

### چند توصیه

- ۱- قبل از راه اندازی این پمپ ها ابتدا لوله های مسیر سیل فلش باز شوند.
- ۲- مسیرهای سیل فلش حتی وقتی پمپ در سرویس نیست باید باز شوند تا مایع داغ و کثیف پمپ داخل محفظه اب بندی نشود.
- ۳- تنظیم کردن فشار استافینگ باکس ها وبخصوص استافینگ باکس طرف فشار بالا با باز بسته کردن ولوتعبیه شده در مسیر انجام می شود.
- ۴- اگر خود پمپ مشکلی نداشته باشد(کلرنس ها در حد استاندارد باشند) و تنها مکانیکال سیل خراب باشد باید مایع نشت شده ازمکانیکال سیل مایع سیل فلش تزریق باشد.
- ۵- نشستی مایع پمپ شونده ازمکانیکال سیل می تواند مبین:
  - الف- بالا رفتن فشار استافینگ باکس(طرف فشار) به علت زیاد شدن کلرنس بوش استافینگ باکس
  - ب- کم شدن فشار مایع سیل فلش
  - پ- مسدود شدن مسیر بالانس لاین
- ۶- در حین تعویض پمپ ها باید دقت شود و لوله مسیر سیل فلش بصورت ناگهانی و یا به مقدار زیاد باز نشود چون این عمل می تواند منجر به افتادن فشار سیل فلش پمپ های دیگر و نهایتا نشستی و..... گردد(در واحدهای ایزو ماکس چندین تلمبه بایک لوله سیل فلش تغذیه می شوند).

### نشستی مکانیکال سیل پمپ P-640

بارهادرچین تعویض پمپ های فوق (از سرویس خارج کردن یک پمپ و در سرویس آوردن پمپ دیگر) نشستی شدید از مکانیکال سیل های آنها مشاهده شده است که غالباً نیز منجر به باز کردن مکانیکال سیل شده که ظاهراً هم مشکل خاصی روی آنها مشاهده نشده است.

#### علت

باز بودن بیش از حد ولو ورودی مسیر Flashing Oil بخصوص ولو ورودی روی استافینگ باکس طرف کم فشار می تواند منجر به کاهش فشار سیل فلش شود و منجر به تزریق نشدن آن روی مکانیکال سیل طرف فشار بالا گردد که این نیز می تواند باعث ورود مایع داغ و پرفشار پمپ به محفظه آب بندی (بجای سیل فلش) و عدم امکان آب بندی آن توسط مکانیکال سیل به دلیل جدا شدن سطوح آب بندی در اثر حرارت مضاعف ناشی از اصطکاک سطوح و بیرون زدن مکانیکال سیل می شود.

لازم به توضیح است که برای کنترل مقدار مایع سیل فلش روی مکانیکال سیل باید از اریفیس استفاده شود تا کنترل اصلی توسط آن انجام شود و با ولو مقدار آن تنظیم گردد.

البته علت اصلی این مشکل ناشی از ناکافی بودن فشار یا سایز لوله سیل فلش است.

نکته قابل ذکر این که تجربه شخصی این جانب نشان داده که استفاده کردن از Needle Valve با توجه به قابلیت کنترل بیشتر مقدار فلو این مشکل را دارد که در حین کار مقدار مایع عبوری را کم می کند و نیاز به تنظیم مستمر دارد (بخصوص وقتی درجه حرارت مایع بالا است).

## نشتی مکانیکال سیل P-640

پس از تعمیر و نصب مکانیکال سیل پمپ فوق و پر کردن تلمبه ملاحظه شد که نشتی زیادی وجود دارد و مقدار نشتی در زمان Run افزایش پیدامی کرد.

### اقدامات انجام شده

۱- راه اندازی مجدد پمپ (On&Off کردن پمپ)

۲- باز کردن مجدد مکانیکال سیل و بررسی قطعات که مشکلی مشاهده نشد

۳- چک کردن دقیق وضعیت هم محوری

که باز مشکل باقی بود.

### علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص گردید که علت نشتی مکانیکال سیل به علت جام شدن بلوز روی سیلیو بوده است.

در بعضی از مکانیکال سیل های بلوزی (مثل مکانیکال سیل پمپ فوق) چند عدد کلید Key روی سیلیو تعبیه شده که در داخل شیارهایی که در داخل بلوز تعبیه شده است بطور کشویی (در جهت محوری) حرکت می کنند و وظیفه آنها انتقال تورک (گشتاور) از سیلیو به بلوز است. اگر در حین تعمیر مکانیکال سیل بلوز و سیلیو تواماتعویض نشوند (که در اغلب مواقع این چنین است) و فقط یکی از آنها تعویض شود ممکن است اندازه شیارهای تعبیه شده در داخل بلوز و روی سیلیو با هم همخوانی نداشته باشند و پس از مونتاژ مکانیکال سیل روی هم گیر بیفتند و باعث ممانعت از حرکت محوری بلوز و جام شدن آن شوند.



قبل از نصب مکانیکال سیل روی پمپ باید از حرکت محوری این نوع بلوزها روی سیلیو اطمینان حاصل شود و در صورت هر گونه گیری نسبت به رفع آن از طریق سوهان کاری روی کلیدهای روی سیلیو اقدام نمود که در بعضی از مواقع که مایع پمپ شونده خیلی غلیظ نبوده نفرات کلیدهای روی سیلیو را کلا برداشته اند و مشکلی هم برای مکانیکال سیل بوجود نیامده است (البته برداشتن این زائده هامی تواند منجر به بریدن ویاسوراخ شدن بلوز شود).

## نشستی مکانیکال سیل P-640

مشکل مکانیکال سیل بلوزی مربوط به پمپ فوق کوتاه بودن طول عمران بود. پس از بررسی های انجام شده مشخص شد که دلیل ان به علت استفاده از گسکت های کلین گریت بجای گسکت فلزی بین متینگ رینگ و سیل پلیت بوده است. لازم به توضیح است که بلوزهای کار کرده در اثر خستگی خاصیت فنری خود را از دست می دهند و پس از تعمیر مکانیکال سیل حتی اگر بلوز هم سالم باشد (سوراخ نباشد) باز هم در حین Run نشستی بوجود می آید که طبق تجربه در بعضی اوقات با اضافه کردن گسکت زیر متینگ رینگ نیروی فشاری بلوز افزایش داده می شود و باز می توان از ان تا مدت زمان تقریبی زیادی استفاده نمود. باتوجه به این که مکانیکال سیل های نوع بلوزی غالباً در پمپ های درجه حرارت بالا استفاده می شوند و حرارت ناشی از اصطکاک بین سطوح اب بندی نیز اجتناب ناپذیر است بخش زیادی از حرارت تولید شده روی متینگ رینگ به بدنه منتقل و از این طریق خنک می شود و لذا در صورت استفاده از گسکت های غیر فلزی که قادر به انتقال حرارت نمی باشند امکان انتقال حرارت بطور کامل وجود ندارد و همین امر باعث بیش از حد گرم شدن متینگ رینگ و افزایش فرسایش و سایش زودرس و خرابی پیش از موعد مکانیکال سیل می شود.

## نشتی مکانیکال سیل P-302

پمپ فوق به دلیل نشتی مکانیکال سیل (نوع مکانیکال سیل بلوزی) از سرویس خارج شده بود که پس از تعمیر و نصب مکانیکال سیل باز نشتی وجود داشت .

۱- پمپ گریز از مرکز دوم مرحله ای .

۲- مایع پمپ شونده هیدرو کربورداغ Vacuum Residuum

۳- درجه حرارت مایع پمپ شونده 371 C

۴- فشار ورودی پمپ 2Bar

۵- فشار خروجی پمپ 20Bar

۶- نوع مکانیکال سیل بلوزی نوع Sealol 605

### اقدامات انجام شده

۱- باز کردن و بررسی مکانیکال سیل.

۲- تعمیر قطعات و تعویض قطعات خراب.

۳- چک کردن مقدار حرکت محوری یا تاقان های تراست

۴- نصب مکانیکال سیل نوری پمپ

۵- چک کردن اوتی محور

۶- چک کردن وضعیت Alignment

با انجام اقدامات فوق مشکل مرتفع نشد و نشتی در حالت استاتیکی وجود نداشت ولی در حین کار نشتی شروع می شد.

### علت

پس از چندین بار باز بسته کردن مکانیکال سیل و چک کردن یا تاقان ها و بررسی های انجام شده مشخص شد که نشتی مکانیکال سیل به دلیل آسیب دیدن (پیچیدگی) محل قرارگیری Matting Ring روی سطح استافینگ باکس بوده این امر باعث تغییر شکل Distorsion و ناصاف شدن سطح متینگ رینگ پس از سفت کردن پیچ های سیل پلیت می شود و ناصاف شدن سطوح اب بندی باعث ایجاد نشتی می گردد.

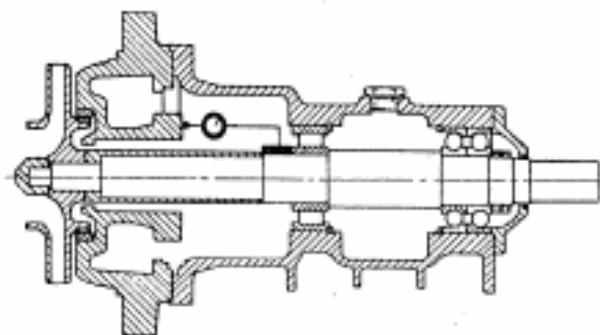
### اقدام اصلاحی

مشکل با ارسال پمپ به کارگاه و باز کردن قطعات آن و صورت تراشی سطح استافینگ باکس حل شد. لازم به توضیح است که در بیشتر مواردی که مکانیکال سیل دچار نشتی می شود مشکل مربوط به خود مکانیکال سیل نیست و علت آن مربوط به چیز دیگری است.

قبل از نصب مکانیکال سیل روی پمپ باید محل قرارگیری سیل پلیت روی استافینگ باکس با استفاده از ساعت اندازه گیر چک شود و با مقادیر مجاز مقایسه شود.

Squareness of shaft to stuffing box face:

| Size  | Tolerance<br>(Full Indicator Movement) |
|-------|----------------------------------------|
| 25mm  | 0.05mm                                 |
| 50mm  | 0.05mm                                 |
| 75mm  | 0.08mm                                 |
| 100mm | 0.10mm                                 |
| 150mm | 0.12mm                                 |



باتوجه به مشکلات تراشکاری سطح استافینگ باکس پمپ ها که غالبا باید بادستگاه بورینگ ماشین این کار انجام شود در پمپ های با درجه حرارت بالا بهتر است از سیل پلیت های دوبله استفاده شود که در صورت ناصاف شدن آن سنگ زدن سطح آن بسیار راحت انجام می شود. ناصاف بودن محل قرارگیری Matting Ring باعث ناصافی و Distorsion و ایجاد نشتی برای مکانیکال سیل می شود.

ذیلا به موارد دیگری که باعث Distorsion مکانیکال سیل ها می شود اشاره می شود:

۱- نامتعادل سفت کردن پیچ های سیل پلیت (بیش از حد سفت کردن).

۲- یکسان نبودن سایز پیچ های سیل پلیت.

۳- تنش های ناشی از سیستم لوله کشی.

۴- تنش های حرارتی ناشی از گرادیان درجه حرارت روی مکانیکال سیل.

## نشستی مکانیکال سیل P-157

مشکل مکانیکال سیل پمپ های فوق نشستی مکانیکال سیل و کم بودن طول عمر آنها بود.

### مشخصات پمپ

- ۱- پمپ دو مرحله ای گریز از مرکز.
- ۲- فشار ورودی خلا.
- ۳- فشار خروجی 1.8 Bar.
- ۴- مایع پمپ شونده Vacuum Battom.
- ۵- درجه حرارت مایع پمپ شونده 354 C.
- ۶- نوع مکانیکال سیل بلوزینوع Sealol.
- ۷- منبع تامین مایع سیل فلش از بیرون پمپ.
- ۸- نوع یاتاقان سیلیوبرینگ و بال برینگ برای نیروی تراست.

### علت

پس از بررسی های به عمل آمده مشخص شد که علت نشستی مکانیکال سیل به دلیل بالا بودن فشار محفظه استافینگ باکس بوده است.

لازم به توضیح است که در انتهای محفظه های اب بندی این پمپ ها (قبل از تروتل بوشینگ) یک عدد Floating Bushing کربنی با کلرنس کم تعبیه شده تا در قسمت فشار بالای پمپ از ورود مایع داغ بطرف محفظه اب بندی و در قسمت فشار پایین پمپ (که خلا است) از افتادن فشار مایع سیل فلش ممانعت کند و به مایع سیل فلش خنک اجازه تزریق جهت خنک کاری سطوح اب بندی را بدهد.

علت نشستی مکانیکال سیل بخصوص مکانیکال سیل طرف داخلی پمپ که در قسمت فشار بالای پمپ قرار دارد به دلیل کم بودن کلرنس Floating Bushing بود زیرا اجازه تخلیه مایع داخل استافینگ باکس از طریق لوله بالانس لاین رانمی داد و همین امر باعث می شد که فشار استافینگ باکس بالا رود و امکان تزریق مایع سیل فلش فراهم نشود. (لازم به توضیح است که نقطه اتصال لوله بالانس لاین بین بوش محفظه استافینگ باکس Neck Bush و Floating Bushing کربنی است).

زیادبودن کلرنس Floating Bushing کربنی باعث واردشدن مایع داغ پمپ به محفظه اب بندی و کم بودن ان نیز باعث عدم امکان تخلیه سیل فلش تزریقی بطرف بالانس لاین و باعث بالارفتن فشاراستافینگ باکس و فشاربیشترروی مکانیکال سیل و درهر دو حالت باعث ایجادنشتی و کاهش طول عمر مکانیکال سیل می شد. البته لازم به توضیح است که به دلیل جمع شدن تمامی ذرات جامد در قسمت ته برج خلا (که پمپ های فوق وظیفه پمپاژ انرا برعهده دارند) سایش Floating Bushing کربنی اجتناب ناپذیر است و باعث تغییر کلرنس در حین کار می گردد.

### اقدام اصلاحی

مشکل فوق روی پمپ های فوق با کم کردن کلرنس بوش های استافینگ باکس دو طرف پمپ و حذف Floating Bushing کربنی مرتفع شد که باعث گردید هم فشار استافینگ باکس ها تنظیم شود و هم امکان تزریق سیل فلش تمیز و خنک روی مکانیکال سیل ها فراهم گردد و مشکل نشتی برطرف گردد..

## نشتی بیش از حد مکانیکال P-157

پمپ فوق دارای نشتی مکانیکال بود که پس از تعمیر و نصب مکانیکال سیل باز نشتی وجود داشت .

### اقدامات انجام شده

۱- باز کردن و چک کردن قطعات مکانیکال سیل.

۲- تعویض قطعات معیوب.

۳- تعمیر قطعات قابل تعمیر.

۴- چک کردن وضعیت هم محوری.

۵- چک کردن محل های نصب مکانیکال سیل روی کاورهای طرفین پمپ.

۶- بررسی مسیر سیستم سیل فلش.

با انجام تک تک اقدامات فوق مشکل حل نشد و حتی با نصب مکانیکال سیل نو روی پمپ نیز مشکل نشتی حل نشد.

لازم به توضیح است که نشتی در حالت استاتیکی وجود نداشت ولی در حین کار نشتی شروع و ادامه پیدامی کرد.

### علت

پس از چندین بار باز و بسته کردن مکانیکال سیل، بررسی های همه جانبه مشخص شد که علت اصلی نشتی مکانیکال سیل به دلیل آسیب دیدن محل قرارگیری Matting Ring روی استافینگ باکس بود که این مشکل باعث درگیری کمتر متینگ رینگ روی استافینگ باکس و اعمال نیروی بیشترین هاروی متینگ رینگ و نهایتاً باعث تغییر شکل Distortion و ناصاف شدن سطح متینگ رینگ و ایجاد نشتی می شد.

### اقدام اصلاحی

مشکل با جوشکاری و سپس صورت تراشی سطح استافینگ باکی و دهانه استافینگ باکس مرتفع شد.

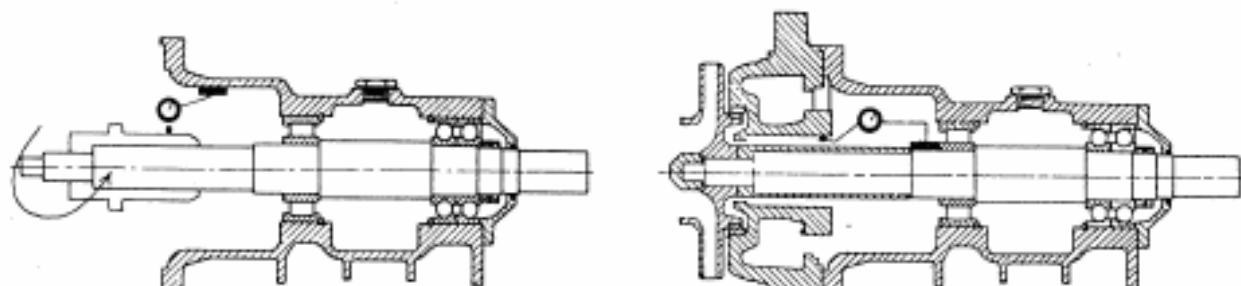
توصیه می شود قبل از نصب مکانیکال سیل حتماً چک های زیر انجام شود

۱- اندازه گیری قطر داخلی استافینگ باکس و محل نشیمن متینگ رینگ .

۲- محل پیشانی استافینگ باکس باید چک شود و عمود بودن آن بر محور پمپ باید با بستن ساعت اندازه گیری روی محور و قرار دادن پلانجران روی سطح استافینگ باکس باید بررسی شود.

Concentricities of sleeve and box bore:

| Size                                      | 25mm   | 50mm   | 75mm   | 100mm  | 150mm  |
|-------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tolerance<br>(Full Indicator<br>Movement) | 0.05mm | 0.08mm | 0.10mm | 0.13mm | 0.15mm |



توضیح این که Distorsion ناشی از تنش های مکانیکی (بیش از حد سفت کردن یا نامتعادل سفت کردن پیچ های سیل پلیت) و همچنین تنش های حرارتی بوجود می آید.

**مسائلی که باعث Distorsion مکانیکال سیل ها می شود**

- ۱- بیش از حد سفت کردن پیچ های سیل پلیت (باتورک نامناسب)
- ۲- نامتناسب سفت کردن پیچ های سیل پلیت
- ۳- تنش های ناشی از سیستم لوله کشی ورودی و خروجی پمپ
- ۴- تنش های ناشی از لوله های کولینگ پمپ
- ۵- ناصاف بودن سطح صورت استافینگ باکس
- ۶- اختلاف درجه حرارت دو طرف متینگ رینگ (عدم تزریق بخار آب کوئینچ)
- ۷- فشار بیش از حد استافینگ باکس
- ۸- دمای بالای مایع در استافینگ باکس

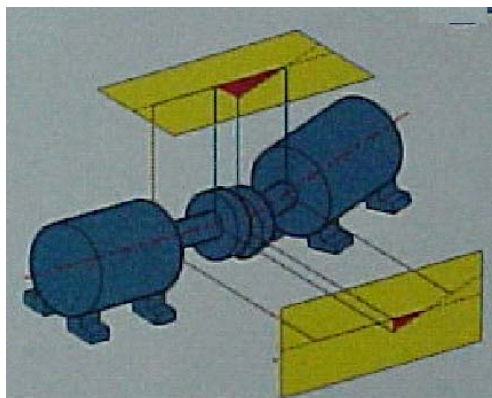
## نشستی مکانیکال سیل P-157

مشکل پمپ فوق این بود که وقتی پمپ از سرویس خارج بود هیچ گونه نشستی وجود نداشت ولی به محض در سرویس قرار گرفتن نشستی شروع می شد و گاهی اوقات نیز کم وزیاد می شد.

### علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص گردید مشکل نشستی مکانیکال سیل های پمپ فوق مربوط به ناهم محوری بین پمپ و الکتروموتور بوده است که باعث ایجاد حرکت اضافی روی مکانیکال سیل و ایجاد نشستی می نمود.

در دو دستگاه ناهم محوری که با هم کوپله می شوند به علت موازی نبودن کاپلینگ ها (که فاصله آنها در یک نقطه کم و در نقطه دیگر زیاد است) باعث حرکت محوری شافت در هر دور محور شده و چون در هر دور محور باز وبسته شدن کاپلینگ ها دو مرتبه اتفاق می افتد که علاوه بر ایجاد ارتعاشات (روی فرکانس دو برابر دور دور روی دستگاه های آنالیز ارتعاشات) با توجه به اینکه سطح متحرک آب بند (رتوری) با محور دوران می کند این حرکت های محوری می تواند باعث جدا شدن سطوح آب بندی مکانیکال سیل و ورود ذرات جامد بین سطوح آب بند و تشدید سایش و باعث نشستی و کم شدن طول عمر مفید آنها گردد (باز شدن حتی یک ده هزارم اینچ بین سطوح آب بندی باعث ایجاد نشستی می شود).



لازم به توضیح است که محوری که با دور 3000 R.P.M در شرایط ناهم محور کار می کند در طول یک شبانه روز نزدیک نه میلیون بار این حرکات محوری تکرار می شود که باعث بوجود آمدن حرکت های اضافی (ارتعاشات) و بیرون راندن فیلم مایع بین سطوح آب بندی شده و همچنین اگر باز وبسته شدن سطوح آب بندی همراه با مسائل دیگر با شدت انجام شود می تواند باعث شکسته شدن سطوح آب بندی شود.

## نشستی مکانیکال سیل P-252

پس از تعمیر و تعویض قطعات معیوب و نصب مکانیکال سیل پمپ فوق ملاحظه گردید که باعنایت به این که نشستی درحالت استاتیکی وجودنداشت ولی پس از در سرویس قرار دادن پمپ نشستی مکانیکال سیل شروع می گردید.

### مشخصات پمپ

۱- نوع پمپ گریز از مرکزیک مرحله ای Double Suction

۲- نوع مکانیکال سیل نوع بلوزی

۳- نوع مایع بنزین باکتان بالا

۴- درجه حرارت مایع پمپ شونده ۲۲۰ درجه سانتیگراد

### علت

بر اساس شواهد بدست آمده علت نشستی به دلیل هواگیری ناقص پمپ در زمان پر کردن و هواگیری پمپ بوده است.

### اقدام اصلاحی

به دلیل این که هواگیری در زمان کمی انجام شده بود و باتوجه به کم بودن کلرنس بوش های محفظه اب بندی امکان ورود مایع به محفظه اب بندی فراهم نمی شد و باعث تخلیه هوا بطور کامل نمی گردید و در حین در سرویس قرار دادن پمپ ، مکانیکال سیل بصورت خشک یانیمه خشک کار می کرد (عدم روانکاری) و باعث ایجاد حرارت بالا تبخیر شدن مایع در محفظه اب بندی و نهایتا سایش روی مکانیکال سیل و ایجاد نشستی می شد.

### نتیجه

یکی از مسائل مهم عملیاتی که رعایت نکردن ان می تواند منجر به نشستی مکانیکال سیل شود پر کردن یا هواگیری پمپ است که باید با دقت و حوصله انجام شود. زیرا به چند نکته در همین راستا اشاره می شود.

۱- برای هواگیری پمپ باید زمان کافی برای این کار در نظر گرفته شود.

۲- در صورت نصب شدن مسیر Vent اوی محفظه استافینگ باکس باید محفظه هواگیری شود.

۳- پس از پر شدن پمپ باید مسیر Warm Up Line (یا مسیر مینیمم فلو) به اندازه کافی باز شود تا علاوه بر گرم کردن تدریجی پمپ باعث جریان یافتن مایع از طریق سایکلون سپاریتور به محفظه استافینگ باکس و تخلیه هوای ان گردد.

۴- در صورتی که مایع Flashing Oil از بیرون پمپ تامین می شود بهتر است برای پر کردن پمپ و هواگیری از این مایع استفاده شود و پس از هواگیری و پر شدن پمپ از طریق مسیر مینیمم فلو، گرم کردن تدریجی پمپ شروع شود.

### **کم بودن طول عمر مکانیکال سیل پمپ P-1901**

مشکل مکانیکال سیل پمپ های فوق کم بودن طول عمر مکانیکال سیل های آنها و افزایش هزینه های تعمیراتی آنها بود.

#### **مشخصات پمپ**

۱- پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای نوع Over Hang

۲- مایع پمپ شونده حلال

۳- نوع مکانیکال سیل بلوزی

۴- دمای مایع پمپ شونده 100 C

پمپ فوق مربوط به واحد حلال های ویژه بود.

#### **علت**

مشکل مربوط به سیستم سیل فلش مکانیکال سیل آنها بود.

باتوجه به این که واحد فوق جدیداً راه اندازی شده بود متأسفانه به سیستم سیل فلش آن توجهی نشده بود و این پمپ ها بدون جریان سیل فلش گرمی کردند که همین باعث ارسال مکرر آنها به کارگاه به علت نشتی مکانیکال سیل شده بود.

#### **اقدام اصلاحی**

مشکل فوق با گرفتن مایع سیل فلش از خروجی پمپ و نصب سایکلون سپاریتور در مسیر آن مرتفع شد که این اقدام باعث مرتفع شدن کامل مشکل گردید.

## مکانیکال سیل P-253

مشکل مکانیکال سیل پمپ فوق کم بودن طول عمر مکانیکال سیل ۱ و نشتی زیاد آن پس از راه اندازی بوده است.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای

۲- نوع محور Over Hang

۳- فشار ورودی 23 Bar

۴- فشار خروجی 25 Bar

۵- مایع پمپ شونده نفتا

۶- نوع مکانیکال سیل فلکسی باکس

اقداماتی برای رفع مشکل فوق روی پمپ انجام شد که منجر به مرتفع شدن مشکل نگردید.

### علت

پس از بررسی های انجام شده مشخص شد که دلیل اصلی نشتی مکانیکال سیل پمپ فوق ناشی از گرفتگی مسیر تخلیه هوای روی استافینگ باکس آن بوده است.

به دلیل سبک بودن مایع و تبخیر سریع آن معمولاً در قسمت بالائی روی بدنه استافینگ باکس پمپ ها ی Over Hang سوراخی تعبیه می کنند تا هوا و بخارات ایجاد شده موجود در استافینگ باکس که در اثر حرارت ناشی از تماس سطوح آب بندی بوجود آمده از این سوراخ بطرف داخل پمپ هدایت شوند.

مسدود شدن این سوراخ (که قطران حدود چند میلیمتر بیشتر نیست) باعث عدم امکان تخلیه بخارات از محفظه استافینگ باکس و Vapor Lock شدن این محفظه و نهایتاً اختلال در سیستم روانکاری سطوح آب بندی مکانیکال سیل و تبخیر مایع و جدا شدن سطوح آب بندی و ایجاد نشتی پس از راه اندازی پمپ می شود.

توضیح این که در اکثر موارد غالباً نشتی با از سرویس خارج کردن پمپ قطع می شود ولی وقتی پمپ در سرویس قرار می گیرد مجدداً نشتی شروع و افزایش پیدامی کند.

## نشتی مکانیکال سیل پمپ P-311

پس از هربار باز کردن مکانیکال سیل پمپ های فوق مشاهده می شد که سایش شدیدی روی سطح سخت رتوری ان (خطوط سایشی بصورت دایره های هم مرکز باشد) اتفاق افتاده و تازمانی که پمپ در سرویس است نشتی وجود ندارد ولی به محض از سرویس خارج شدن پمپ نشتی شروع می شود.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای نوع Double Suction

۲- مایع پمپ شونده اب کندانس کثیف

۳- فشار ورودی صفر

۴- فشار خروجی 5.7 Bar

۵- نوع مکانیکال سیل فلکسی باکس

۶- دمای مایع پمپ شونده 177 C

### علت

طی بررسی های انجام شده مشخص شد که علت ایجاد این مشکل مربوط به کثیف بودن مایع پمپ و محفظه اب بندی (یا تزریق نشدن مایع سیل فلش) است که باعث می شود ذرات جامدین سطوح اب بندی رخنه کنند و در داخل سطح اب بندی نرم تر (کربن رینگ) فرو روند و شروع به سائیدن فلز سخت (تنگستن کارباید) کنند و در همدیگر فرو روند.

پس از باز کردن این مکانیکال سیل ها مشاهده شد که سطح فلزی سخت رتوری (تنگستن کارباید) به شدت سائیده شده است در صورتی که کربن رینگ که فلز بسیار نرم تری است تقریباً سالم مانده بود. (مثل ماشین تراش عمل می شود).

لازم به توضیح است که تازمانی که دو سطح اب بندی روی هم قرار می گیرند این گودی و بلندی های سطوح اب بندی در داخل هم می افتند و توسط فشار محفظه اب بندی سطوح روی هم فشرده می شوند و کار اب بندی انجام می شود و از نشتی خبری نیست ولی به محض از سرویس خارج شدن پمپ و کاهش فشار استافینگ باکس نشتی از بین سطوح ناصاف (گود و بلند) شروع می شود.

این مشکل علل متعددی می تواند داشته باشد که ذیلاً به شرح ان می پردازیم:

۱- برقرار نبودن سیستم سیل فلش

۲- گرفتگی در مسیرهای سایکلون یا عدم کارائی ان

۳- کثیف بودن مایع پمپ

در این گونه موارد با تامین مایع سیل فلش مناسب از بیرون پمپ مشکل حل می شود.

## نشستی مکانیکال سیل P-501

درحین راه اندازی پمپ فوق ملاحظه شد که نشستی زیادی از مکانیکال سیل ان وجود دارد. لازم به توضیح است که طی بررسی های انجام شده قبلا مکانیکال سیل فوق از نظر نشستی مشکلی نداشته است.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز دو مرحله ای

۲- مایع پمپ شونده گاز مایع

۳- فشار ورودی

۴- فشار خروجی

### علت

طبق تجربیات قبلی علت نشستی ناشی از یخ زدن مکانیکال سیل است که باعث جام شدن فنر و ایجاد نشستی می شود. البته این گونه موارد بیشتر برای پمپ هائی که برای پمپاژ گاز مایع بکار می روند اتفاق می افتد و بیشتر اوقات علت ان غالباً ناشی از بسته بودن ولو Steam Quench در زمانی که تلمبه از سرویس خارج است می باشد (زیر ان نشستی های جزئی گاز در حین بیرون آمدن باعث یخ زدگی می شود).

در این گونه موارد با گرم کردن مکانیکال سیل با بخار آب مشکل فابل رفع است و در بیشتر مواقع نیازی به باز کردن و تعمیر مکانیکال سیل نیست و مشکل با بیشتر باز کردن Steam Quench حل می شود و در صورت جواب نگرفتن از طریق تزریق بخار آب بطرف داخل استافینگ باکس (از مسیری که سیل فلش روی مکانیکال سیل تزریق می شود) مشکل حل می شود.

لازم به توضیح است که در بسیاری از موارد و بخصوص در حین راه اندازی واحدهای عملیاتی پس از تعمیرات اساسی مشکلاتی بوجود می آید که می تواند منجر به نشستی مکانیکال سیل ها شود که ذیلاً به شرح برخی از انها و راه حل های انها نیز پرداخته می شود:

۱- جمع شدن رسوبات و ذرات جامد در داخل استافینگ باکس بخصوص وقتی که پمپ خالی باشد می تواند منجر به جام شدن مکانیکال سیل و نشستی ان پس از راه اندازی شود که با فلش کردن مکانیکال سیل مشکل حل می شود بدین صورت که پس از تخلیه پمپ با متصل کردن لوله اب یا بخار آب (پس از تخلیه پمپ از مایع) اقدام به شستشوی داخل استافینگ باکس می شود و این کار ان قدر ادامه پیدا می کند که رسوبات تخلیه و مکانیکال سیل از حالت جامی ازاد شود.

۲- در خیلی از مواقع شستشوی استافینگ باکس نیز مشکل نشستی را حل نمی کند زیرا ذرات جامد داخل استافینگ باکس زیر رتوری گیر کرده اند و با شستشوی بیرون نمی آیند و باعث جام شدن ان شده اند که در این گونه موارد با ازاد کردن سیلیو از روی محور و کمی حرکت دادن ان (عقب و جلو کردن در جهت محوری) احتمالاً رتوری از روی محور ازاد می شود و باعث جلوگیری از نشستی می گردد.

۳- مکانیکال سیل هایی که مدت زیادی کار کرده اند دچار سایش سطوح اب بندی شده اند (به عبارت دیگر به دلیل تغییر طول موثر مکانیکال سیل آنها فشار فنر روی مکانیکال سیل کاهش پیدامی کند) در بیشتر اوقات با آزاد کردن سیلیو از روی محور و کمی بیرون آوردن آن (بیشتر کردن نیروی فنری) مشکل نشتی آنها بهبود حاصل پیدامی کند.

باتوجه به موارد فوق می توان نتیجه گرفت که هر مکانیکال سیلی که دچار نشتی شده در مرحله اول نباید آن را باز کرد (بخصوص در مواقعی که شرایط عملیاتی نرمال نباشد مثل راه اندازی واحدها) بلکه ابتدا با اقداماتی نظیر آنچه ذیلا به آن اشاره شد و همچنین موارد دیگری نظیر چک کردن وضعیت Alignment چک کردن حرکت محوری شافت (ناشی از خرابی یا تاقان های تراست) حرکت شعاعی شافت (ناشی از خراب بودن یا تاقان های رادبال) و یا هر علتی که باعث ایجاد حرکت اضافی روی محور و مکانیکال سیل شود، باز بودن مسیرهای سیل فلش و..... سعی به رفع عیب از آن گردد و پس از این که این تر فندها جواب نداد اقدام به باز نمودن مکانیکال سیل شود.

### نشتی مکانیکال سیل های P-2302

مشکل اصلی پمپ های فوق نشتی مکانیکال سیل های آنها است (روی هر کدام از این پمپ ها چهار عدد مکانیکال سیل نصب شده است) که گاهی حتی برای تنها نشتی یکی از مکانیکال سیل ها باید پمپ باز و به کارگاه ارسال شود که مدت تعمیر آن در کارگاه چند هفته بطول می انجامد.

#### مشخصات پمپ

۱- پمپ نوع پیچی Screw Pump با دو عدد رتور و چهار عدد مکانیکال سیل

۲- مایع پمپ شونده سوخت سنگین با درجه حرارت ۲۰۰ درجه سانتیگراد

۳- فشار ورودی صفر و فشار خروجی 16 Bar

۴- نوع مکانیکال سیل Crane (مکانیکال سیل نوع فنر مارپیچی بزرگ)

#### اقدام اصلاحی

تجربه نشان داده است که در اکثر اوقات که این پمپ ها به کارگاه ارسال شده اند مشکل مکانیکال سیل های آنها ناشی از جام بودن رتوری بوده است و لذا باتوجه به موارد فوق و با عنایت به نامناسب بودن مایع پمپ شونده برای این مکانیکال سیل که باعث جام شدن اورینگ زیر رتوری آن می شود و طرحی در دست اجرا است که با تعبیه مسیرهایی روی مکانیکال سیل های آن بتوان با باز نمودن آن مسیر (برای هر مکانیکال سیل یک مسیر) مکانیکال سیل را شست و شو داد یا فلش کرد (با بخار آب یا مایع دیگری مثل دیزل که خاصیت تمیز کنندگی داشته باشد) تا رفع جامی شود و نیازی به ارسال پمپ به کارگاه نباشد.

## مکانیکال سیل پمپ نمکی

باتوجه به این که این پمپ ها جدیداً در واحدا ب صنعتی نصب شده بودند ولی نشتی مکانیکال سیل آنها زیاد بود و به علت خوردنده بودن اب نمک در این فاصله کم باعث خورده شدن Base Plate پمپ والوده شدن محیط به اب نمک گردیده بود.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ نوع گریز از مرکز پروانه بسته

۲- نوع Over Hang

۳- مایع پمپ شونده اب نمک

۴- نوع مکانیکال سیل فلکسی باکس

۵- فشار ورودی پمپ صفر

باتوجه به این که اب نمک دارای ناخالصی و خاصیت خوردندگی دارد باعث خرابی زودرس مکانیکال سیل و قطعات ان ونشتی جزئی همیشگی می شد.

### علت

باتوجه به این که از اب شیرین به عنوان سیل فلش استفاده شده بود ولی نشتی مکانیکال سیل اب نمک بود که پس از بررسی های انجام شده ملاحظه گردید از اب شیرین به عنوان سیستم Quench استفاده شده است به عبارت دیگر از اب برای تمیز کاری و خنک کاری قسمت بیرونی کربن رینگ استفاده شده بود.

### اقدامات اصلاحی

با تغییر سیستم لوله کشی از اب شیرین به عنوان مایع سیل فلش استفاده شد و بطرف داخل استافینگ باکس تزریق گردید که باتوجه به بوشی که در داخل استافینگ باکس تعبیه شده (و سوراخ های متعادل کننده فشار طرفین پروانه) باعث می گردد فشار استافینگ باکس بالا باشد و امکان ورود اب نمک به استافینگ باکس فراهم نباشد به عبارت دیگر در این حالت مکانیکال سیل اب شیرین را که دارای خوردندگی و املاح نیست اب بندی می کند.

لازم به توضیح است که ناخالصی ها و خوردندگی مایعات عامل اصلی کاهش طول عمر و خرابی ونشتی مکانیکال سیل ها است.

## یاتاقان پمپ اهکی

یکی از پمپ های پمپ کننده اب اهک به دلیل گرم کردن برینگ ولرزش و سروصدا چندان بار بازو به کارگاه ارسال شد و پس از نصب مجدداً به دلیل گرم کردن و سروصدا مجدداً بازو به کارگاه برمی گشت..

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز Over Hang با پروانه باز.

۲- نوع یاتاقان بال برینگ.

۳- مایع پمپ کننده اب اهک.

۴- توان مصرفی دو کیلووات.

۵- روانکار گریس.

### علت

پس از بررسی های انجام شده ملاحظه شد که بنابه دلایلی قبلاً یکی از بال برینگ های پمپ فوق شکسته شده بود و قسمت هائی از کنس خارجی بال برینگ در قسمت ته هوزینگ برینگ جابجا شده بود و به دلیل سیاه بودن داخل هوزینگ برینگ و گریس های باقیمانده در آن و... چیزی دیده نمی شد و باعث می گردید وقتی پیچ های کاور پشت بال برینگ ها سفت می شد بال برینگ تحت فشار قرار گیرد و باعث سفت چرخیدن محور و نهایتاً باعث گرم شدن آن در حین کار شود و اگر پیچ ها کمی شل می شدند باعث گیر کردن پشت پروانه به بدنه پمپ و ایجاد سرو صدا و... و همچنین لق قرار گرفتن بال برینگ ها در داخل هوزینگ و چرخیدن کنس خارجی آنها و... می گردید که همین امر باعث چنیدن بار رفت و برگشت پمپ به کارگاه و واحد گردید که پس از شناسائی عیب و رفع آن پمپ بدون هیچ مشکلی در سرویس قرار گرفت..

توضیح این که در بعضی مواقع با کوچک شمردن کار و کمی بی دقتی و رعایت نکردن اصول اصلی تعمیراتی برای پمپ های کوچک نظیر تمیز کاری و... کارهای حتی کوچک و به چنیدن باره کاری می انجامد.

## پایین بودن فشارپمپ روغن PT-2101

فشار روغن روانکار توربین فوق بالانمی امد و فشار مورد نیاز برای روغن کاری فراهم نمی شد.

### اقدامات انجام شده

۱- تنظیم Relief Valve برای جلوگیری از برگشت روغن به مخزن و بستن کامل آن

۲- تعمیر پمپ روغن

۳- بررسی لوله ها و اتصالات

پس از بررسی های بعدی ملاحظه شد که صافی ورودی پمپ که در داخل مخزن قرار گرفته است به دلیل جمع شدن رسوبات زیاد در آن (همراه باب) دچار گرفتگی شده که با تخلیه روغن و شستشوی مخزن و تمیز کردن صافی Strainer مشکل حل شد.

### مشکل سیستم کلاریفایر

خرابی های مکرر سیستم تغییر دور قسمت چرخاننده پاره های پایینی سیستم کلاریفایر (زلال کننده) و هزینه های تعمیراتی بالای آن باعث ایجاد تغییراتی در آن گردید.

### مشکل

در طی راه اندازی این سیستم ابتدا باید سیستم تنظیم تسمه طوری تنظیم شود که دور خروجی آن صفر باشد و پس از راه افتادن به آرامی دوران را بالا آورد و همینطور در حین از سرویس خارج کردن کلاریفایر نیز بصورت عکس باید عمل نمود ولی به دلیل وقت گیر بودن این پروسه بیشتر اوقات بدون در نظر گرفتن موارد فوق کلاریفایر در سرویس قرامی گرفت و همین امر باعث اعمال تورک زیاد ناشی از راه اندازی با Load کلاریفایر و باعث فرسایش سریع تسمه (در اثر بکسباده کردن) و پولی های تغییر دور و ..... می گردید و باعث خرابی زودرس تسمه و چرخ دنده ها و لزوما ارسال مکرران به کارگاه می شد.

### اقدام اصلاحی

مشکل بانصب یک الکترو گیربکس باتوان بالاتر و حذف سیستم تغییر دور (مستقیم کردن سیستم انتقال قدرت با ساختن تنها یک شافت رابط بطور کلی حل شد.

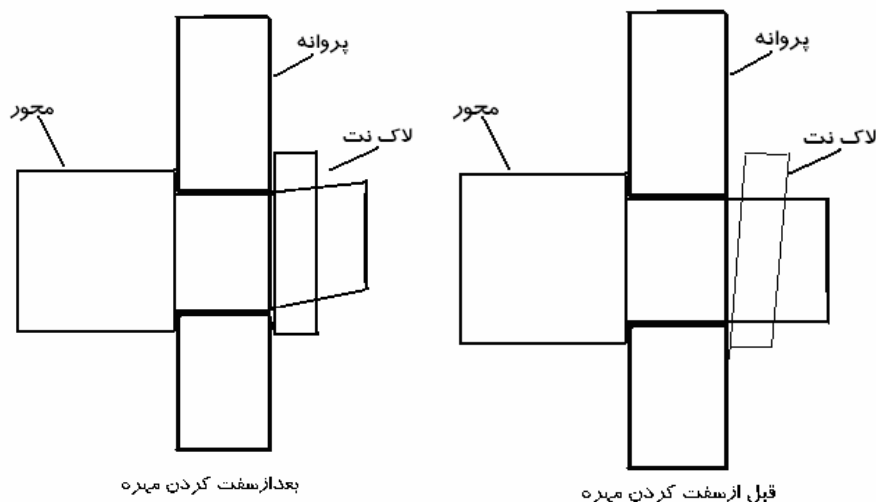
## خم شدن محور پس از مونتاژ قطعات

قبل از مونتاژ قطعات (پروانه و...) شافت روی دو عدد V-Blok قرار داده می شود و قسمت های مختلف آن با استفاده از ساعت اندازه گیر چک می شود که صفر نشان دادن ساعت اندازه گیر در حین چرخش محور مبین این است که محور هیچ گونه خمیدگی ندارد.

پس از نصب قطعات روی محور دوبار این عملیات انجام می شود که در بسیاری از موارد مشاهده می شد که باتوجه به ترو بودن اولیه محور، محور خم شده است.

### علت

علت آن به دلیل Face داشتن مهره ای است که قطعات را روی محور محکم می کند. Face داشتن مهره (یا قطعه ای که روی شافت نصب می شود) باعث می شود حین سفت کردن مهره و کم شدن فاصله آن با محور ابتدایک قسمت از مهره با قطعه تماس پیدا کند (ولی بقیه قسمت ها هنوز با قطعه فاصله ندارد) و با سفت کردن بیشتر مهره بقیه سطوح می خواهند روی هم دیگر قرار گیرند که به هیچ عنوان عملی نمی شود مگر خم کردن شافت.



## روش شناسائی و رفع مشکل

در حین سفت نمودن مهره مربوط به قطعاتی که روی محور نصب می شوند با استفاده از دو ساعت اندازه گیر که با ۹۰ درجه اختلاف با هم بسته می شوند و قرائت نمودن اعداد در حین سفت کردن مهره انجام می شود و در موقعیتی که بیشترین عدد منفی قرائت می شود باید یک قسمت از مهره سائیده شود و این کار آنقدر ادامه پیدا کند که در حین سفت شدن مهره هیچگونه انحرافی روی ساعت اندازه گیر بوجود نیاید.

توصیه می شود برای شرایط حساس مهره روی یک شافت دنده شده دیگر نصب و سفت شود و این شافت روی ماشین تراش برده شود و روی ماشین صورت های مهره تراشیده شوند.

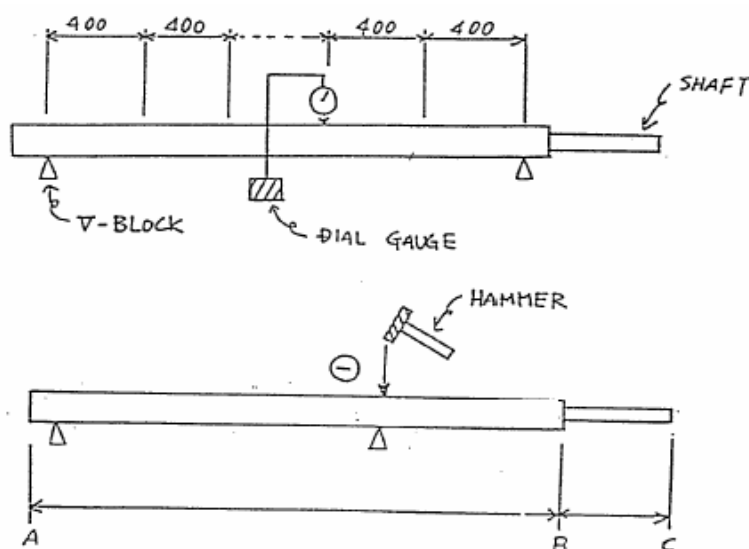
### نکته

در شکل های زیر روش اصولی صاف کردن (باچکش) شافت های خمیده (اقتباس از روش ژاپنی ها) نشان داده شده است.

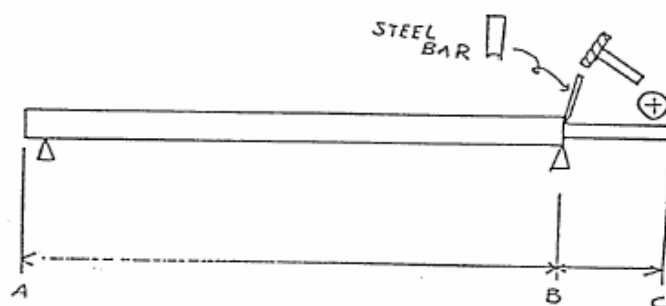
همینطور که ملاحظه می شود این شافت مربوط به یک پمپ عمودی است که روی دو عدد V-Block قرار داده شده است (اگر این محور مربوط به یک پمپ افقی می بود V-Block ها در محل قرار گیری یا تاقان ها قرار می گرفت).

سپس خمیدگی قسمت های مختلف شافت (در فواصل ۴۰ سانتیمتری) با ساعت اندازه گیری می شوند.

در قسمتی از شافت که انحراف عدد منفی ساعت روی ماکزیمم است (بین A و B) باچکش ضربه بزنید.



اما برای صاف کردن محور در قسمت B و C باید به قسمت تغییر قطر داده محور ضربه زده شود. در این مورد برای ضربه زدن باید از یک میله استیل استفاده شود و مثل شکل زیر ضربه زده شود (مستقیماً روی شافت ضربه نزنید).



## فرسایش Timing Gear پمپ P-2302

پس از این که پمپ فوق به مدت تقریباً زیادی از سرویس خارج شده بود پس از راه اندازی به دلیل سروصدای زیاد و نشتی مکانیکال سیل از سرویس خارج شد. توضیح این که غالباً این پمپ هادر فصول گرم از سرویس خارج می شوند و سیستم سوخت بویلرها توسط گاز طبیعی تامین می شود.

### مشخصات پمپ

۱- نوع پمپ Screw Pump.

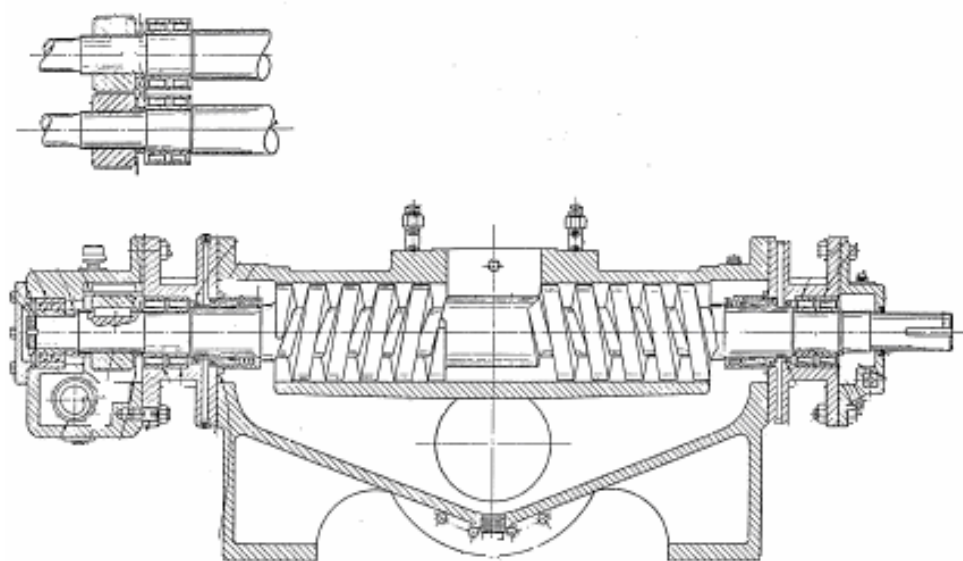
۲- دو عدد در توربینی.

۳- نوع مایع پمپ شونده مایع سنگین.

۴- فشار خروجی ۱۶ بار.

۵- سیستم گرداننده الکتروموتور-توربین بخار.

۶- دور پمپ ۱۵۰۰ دور در دقیقه.



### علت

پس از بررسی های انجام شده نتیجه آن بود که علت خرابی تقریباً سریع چرخ دنده هابا توجه به این که در داخل هوزینگ برینگ هم در روغن غوطه ور بوده اند به دلیل در سرویس قرار نداشتن بخار گرم کننده محفظه اطراف پمپ و سرد بودن مایع داخل پمپ بوده که باعث شده ویسکوزیته مایع داخل پمپ افزایش پیدا کند و نیاز به توان بسیار بیشتر از حد نرمال برای راه اندازی پمپ می باشد که باعث اعمال نیروهای خیلی زیاد به چرخ دنده های داخلی انتقال قدرت بین رتورها Timing Gear و نهایتاً فرسایش سریع آنها شده بود.

لازم به توضیح است که بالابودن ویسکوزیته مایع پمپ شوونده می تواند باعث چسبندگی سطوح اب بندی و درگیر شدن متناوب آنها و خرابی و ایجاد نشتی مکانیکال سیل هانیز بشود.

پمپ های یدکی که برای پمپاژ مایعات ویسکوز بصورت Standby قرار می گیرند حتما باید گرم نگه داشته شوند و در طراحی آنها نیز سیستم Jacket Heating که بخار اب در داخل آنها جریان دارد تعبیه شده است تا همواره پمپ گرم نگه داشته شود و ویسکوزیته ان بالانر رود و و قبل از راه اندازی این پمپ ها اگر سیستم گرم کننده در سرویس نیست باید ابتدا در سرویس قرار داده شود و تا زمانی که دمای مایع به دمای مطلوب نرسیده نباید پمپ راه اندازی شود.

لازم به توضیح است که در این نوع پمپ ها استفاده از مسیر Warm Up Line کمک شایانی نمی تواند بکنند زیرا مقدار مایعی که برای گرم نگه داشتن پمپ لازم است باید خیلی زیاد باشد و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد.

## پایین بودن کارائی کولرهای سیل فلش

پایین بودن راندمان کولرهای سیل فلش روی پمپ ها باعث تزریق مایع گرم روی مکانیکال سیل هامی شود و باعث عدم خنک کاری مناسب و کاهش طول عمر مکانیکال سیل می شود.

### علت

نبودن Baffle در داخل کولر باعث شده بوداب خنک کننده از قسمت ته کولر وارد و مجدداً از مسیر بعدی ته کولر خارج شود و بالوله هایی که مایع داغ از داخل آنها حرکت می کند تماس نداشته باشد.

### اقدام اصلاحی

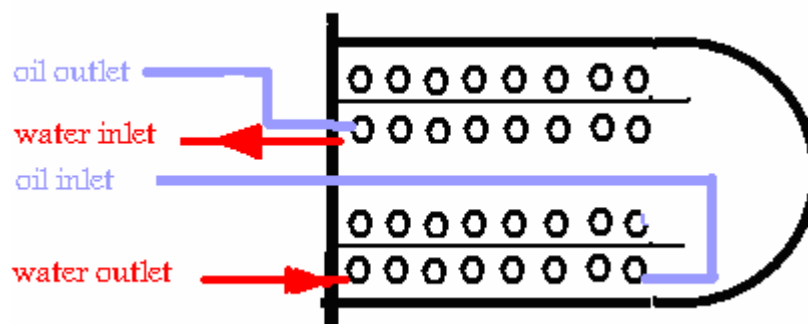
پیچیدن دور دیف لوله (کویل) روی کولر و نصب بافل (بصورت یک استوانه دو طرف باز) بین دور دیف لوله که انجام این کار باعث می شود اب از تقریباً از وسط کولر و کویل های داخلی وارد کولر شود و پس از خنک نمودن مایع کویل داخلی از قسمت بالای بافل خارج و با برگشت جریان باتماس با کویل بیرونی عملیات خنک کاری خیلی بهتر انجام شود.

### توضیح

در کولر ها جریان صحیح آب و مایع گرم اهمیت فراوانی دارد و همیشه باید جهت ورود اب خنک کننده طوری باشد که بیشترین اختلاف درجه حرارت بین اب و مایع سیل فلش وجود داشته باشد. به عبارت دیگر جهت عبور جریان اب خنک کننده باید عکس جهت حرکت مایع سیل فلش باشد یعنی در قسمتی از کولر که اب خنک کننده وارد کولر می شود مایع سیل فلش خارج شود.

### نکته

خیلی از مواقع ملاحظه می شود که با توجه به مناسب بودن کولر و حتی بزرگتر بودن آن نسبت به کولر استاندارد مایع خروجی از کولر سیل فلش که روی مکانیکال سیل تزریق می شود بسیار گرم است. این مشکل مربوط به سایز اریفیس ورودی مسیر سیل فلش است که گاهی حذف شده و در صورتی که اختلاف فشار مایع سیل فلش و محفظه استافینگ باکس خیلی زیاد باشد می تواند باعث عبور مقداری زیاد مایع گرم از کویل های کولر گردد و امکان خنک شدن آن کم شود.



## کم بودن طول عمر پکینگ های پمپ های گریز از مرکز

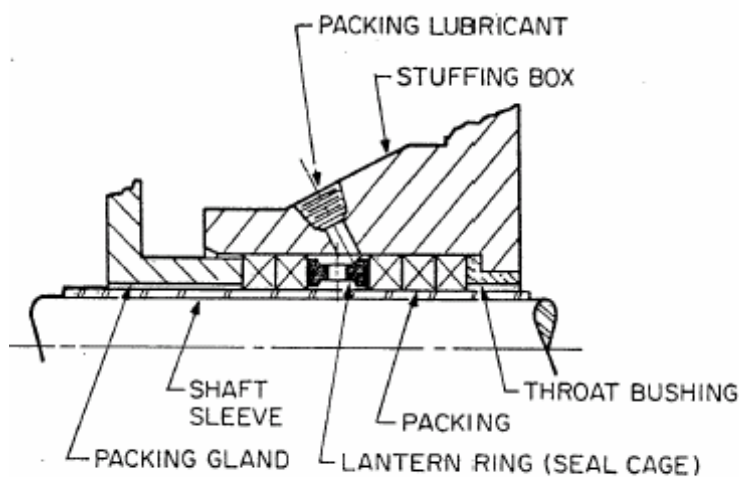
به دلیل نیاز مداوم به پکینگ دادن پمپ های پکینگی اهکی واحداً صنعتی این موضوع مورد بررسی قرار گرفت.

### علت

عدم روانکاری و خنک کاری پکینگ ها.

در مواردی که از پمپ های گریز از مرکز پکینگی برای پمپاژ مایعات کثیف یا مایعاتی که خاصیت خوردندگی دارند استفاده می شود برای خنک کاری و روانکاری پکینگ ها از مایع سیل فلش از منبع خارجی که مناسب این کار باشند و با مایع پمپ نیز هم خوانی دارند استفاده می شود که این مایع در وسط پکینگ ها و در محل قرارگیری Lantern Ring روی پکینگ ها تزریق می شود.

Lantern Ring باید دقیقاً مقابل مسیر مایع سیل فلش قرار گیرد در غیر این صورت امکان تزریق مایع روی آن نیست. بعد از چند بار که گلند سفت می شود تا جلوی نشتی گرفته شود (به علت سایش پکینگ) باید پکینگ ها تعویض شوند زیرا اولاد را تریبش از حد فشرده شدن پکینگ خاصیت نرمی و فشار پذیری خود را از دست می دهد (استخوانی می شود) و ثانیاً پس از چند بار سفت کردن گلند Lantern Ring بطرف جلو حرکت می کند و از مقابل مسیر سیل فلش خارج می شود و اجازه تزریق سیل فلش داده نمی شود (مسیر سیل فلش مسدود می شود).



Common packing arrangement.

## بازیافت روغن سیل کمپرسورهای گریز از مرکز

بیشترین مصرف روغن در پالایشگاه روغن HB100 است (بعنوان بهران ۶۸) و بیشترین مقدار مصرف این روغن مربوط به SEAL OIL کمپرسورهای 251,602 که مشخصاً از طریق Seal Oil Trap تخلیه و پس از جمع آوری در بشکه های ۲۲۰ لیتری به اتهام آلودگی سالها به عنوان ضایعات فروخته می شد.

### اقدامات انجام شده

۱- انجام آزمایشات اولیه در آزمایشگاه پالایشگاه و شرکت آزمایشگاهی طرف قرارداد روی نمونه های متعدد روغن برای مطالعه روی آن که نتیجه آن عدم آلودگی این روغن به هرگونه ترکیبات گوگردی بود. (البته روغن تراپ کمپرسورهای C-251 به علت آلودگی شدید به مواد نفتی به سادگی قابل استفاده مجدد نبوده روغن تراپ کمپرسورهای C-602 نیز بیش از میزان استاندارد دارای ذرات معلق 5-25 میکرون بود).

۲- بطور آزمایشی و احتیاطاً به مدت تقریبی دو سال از این روغن ها در چکاننده تعدادی از تلمبه ها و کمپرسورها که دارای حساسیت کمتری بودند استفاده می شد و باتوجه به عدم مشاهده کوچکترین اثر مخرب روی این دستگاه ها مجدداً مورد آزمایشات دیگر نیز قرار گرفت.

۳- انجام آزمایشات تکمیلی مشخص اثبات نمود که با انجام یک سانتریفیوژ چند ساعته می توان این روغن را به سطح کیفیت مطلوب رسانده و به عنوان روغن نودر همان دستگاه قبلی و یا هر دستگاه دیگری مورد استفاده قرار داد.

لازم به توضیح است که هم اکنون ماهیانه بین 80 تا 100 بشکه از این روغن مورد استفاده مجدد قرار می گیرد.

### نکته

با توجه به قیمت بالای روغن ها که به عنوان سرمایه های ملی هر کشوری محسوب می شوند استفاده بهینه و استفاده حداکثری از آن امری ملزم و قابل ملاحظه است در غیر این صورت از بین بردن و یاسوزاندن آن هیچ گونه توجیه علمی و عملی ندارد و می تواند باعث آلودگی های زیست محیطی و اتلاف مقادیر زیادی انرژی باشد. یکی از راه های تولید روغن استفاده از روغن های مصرف شده (روغن سوخته) و احیا آنها به منظور استفاده مجدد است. زیرا برخلاف اکثر فرآورده های نفتی که تنها یک بار قابل استفاده اند چنانچه روغن مصرف شده بطور صحیح بازیابی شود قابل استفاده مجدد حتی برای چندین بار خواهد بود.

بسیاری از کشورها که نیاز به واردات روغن دارند بیشتر روغن های موتور و صنعتی خود را از طریق تصفیه مجدد روغن های کار کرده تامین می کنند و حتی در بعضی از کشورها مثل آلمان این کار اجباری است و بیش از ۲۰ درصد روغن مصرفی آنها از روغن های تصفیه مجدد تامین می شود. همچنین شرکت جنرال موتورز آمریکا نیز استفاده از روغن های تصفیه مجدد را تأیید کرده و اعلام نموده که هر نوع روغن موتوری که بتواند ازمایشات موتوری استاندارد را با موفقیت بگذراند در موتورهای ساخت این شرکت قابل استفاده است. این آزمایشات در مورد روغن های ساخته شده با روغن های پایه حاصل از تصفیه اول، تصفیه مجدد و سنتتیک با سطح مرغوبیت مشابه یکسان است.



### بالا بردن طول عمر روغن با سانتریفیوژ کردن آنها

انچه باعث کاهش عمر و از دست رفتن خواص روغن ها و سیالات روانکاری می باشد. حضور انواع الودگی ها شامل: ذرات خارجی، رطوبت الودگی های ناشی از تجزیه و اکسیداسیون روغن و گاهی اختلاط روغن با سایر روغن ها است که این کار با استفاده از دستگاه های سانتریفیوژ برای جدا کردن مواد مختلف از روغن که بر اثر نیروی گریز از مرکز کاری کنند انجام می شود. نیروی گریز از مرکز اعمال شده روی ذرات باعث می شود ذرات بطرف بیرون پرتاب شوند و فازهای مختلف از هم جدا گردند.

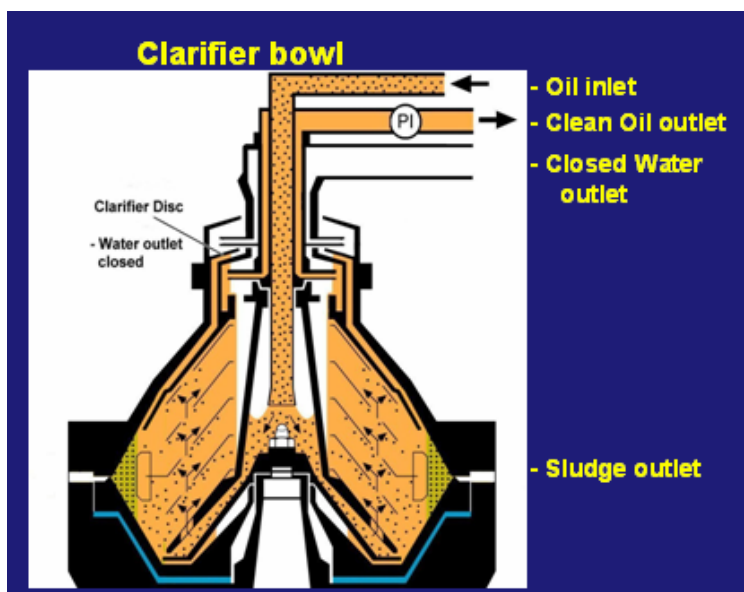
دستگاه های سانتریفیوژ معمولاً برای انجام مقاصد زیر استفاده می شود:

الف- برای جدا کردن آب از روغن Purifire

ب- برای جدا کردن ذرات جامد موجود در روغن Clarifire

پ- برای جدا کردن آب و ذرات جامد در روغن

سانتریفیوژهای دیسکی ولوله ای که با دورهای بالا و نتیجتاً نیروی گریز از مرکز زیاد کاری کنند برای جداسازی عالی و با مقدار زیاد برای ذرات بسیار ریز و مایعاتی که دارای دانسیته متفاوت هستند مناسبند. استفاده از دستگاه های سانتریفیوژ در سیستم هایی که دارای مخزن مرکزی بزرگ روغن می باشند مورد استفاده واقع می شود و در حین کار یا توقف دستگاه روغن توسط یک پمپ جداگانه از مخزن وارد این سیستم می شود و پس از جداسازی ناخالصی ها مجدداً روغن به مخزن برگشت داده می شود. استفاده از سیستم های تخلیص باعث افزایش طول عمر روغن تا چندین برابر می شود.



## تعمیر برینگ حوضچه های API

یاتاقان محورهای افقی حوضچه های API که چرخ زنجیرهای محرک تخته های جمع اوری کننده روغن از روی سطح آب را برعهده دارند از نوع بوشی است که داخل آنها با لایه ای از باییت (برای کم کردن اصطکاک) پوشش داده شده است. در حین تعمیرات اساسی یکی از حوضچه ها به دلیل جمع شدن باییت ها و گیر کردن محور در داخل آن این برینگ ها نیاز به باییت ریزی مجدد داشتند. روش قبلی باییت ریزی این یاتاقان ها به این صورت بود که داخل این بوش ها باییت ریخته می شد و سپس برای سایز کردن داخل آنها (طبق سایز محور) بایستن یاتاقان روی ماشین تراش قطر داخل آن سایز می شد.

لازم به توضیح است که این یاتاقان ها بصورت خودمیزان (Self Align) روی پایه خود نصب می شوند و بدین دلیل تنظیم کردن (ترو) آنها روی ماشین تراش زمان زیادی را طلب می کند.

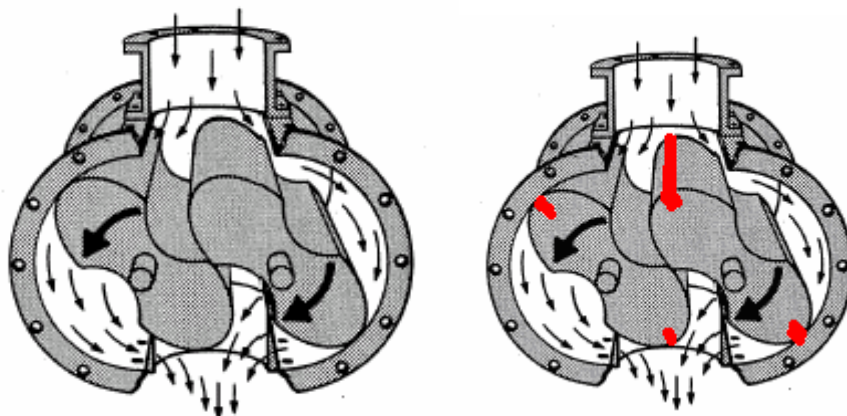
## اقدام اصلاحی

در تعمیرات اساسی یکی از حوضچه ها به دلیل زیاد بودن تعداد یاتاقان و کم بودن وقت برای اولین بار یاتاقان ها طوری باییت ریزی شدند که دیگر نیازی به ماشین کاری نداشتند. روش بدین صورت بود که با در نظر گرفتن مقدار انقباض باییت در حین سرد شدن (به روش سعی و خطا) شافت صیقلی تراشیده شد و در مرکز یاتاقان قرار گرفت و تنظیم شد (به توسط فیلر) و اطراف آن باییت ریزی شد که پس از چند مرحله ریخته گری سطح خیلی صاف و صیقلی باییت در داخل یاتاقان بوجود آمد که با توجه به قطر دقیق محور دیگر هیچ نیازی به تراشکاری داخل آن نبود و باعث صرفه جویی زیاد زمانی گردید.



### کم بودن ظرفیت کمپرسور روتاری نوع لوب

کم بودن فلو و سروصدای زیاد این کمپرسور امکان ادامه کار را برای آن فراهم نمی‌کند. در این نوع کمپرسور که شکل آن در زیر نشان داده شده است Gas از قسمت ورودی Suction وارد کمپرسور می‌شود و با حرکت چرخشی Lobe ها که توسط الکتروموتور به آنها داده می‌شود در جهت عکس همدیگر می‌چرخند گاز Gas حبس شده بین رتورها و بدنه کمپرسور را به سمت راهگاه خروجی Discharge کمپرسور که به تدریج حجم آن کم می‌شود می‌رانند. شکل لوب ها طوری طراحی می‌شود که در حین چرخش همواره کمترین فاصله بین آنها و بدنه وجود داشته باشد و در صورتی که این فاصله ها به هر دلیلی افزایش پیدا کند می‌تواند باعث شود گاز فشرده شده نشت کند و به دلیل وجود اختلاف فشار مجدداً وارد مراحل فشار پایین سیلندر LOW Pressure شود که می‌تواند باعث نشتی های داخلی و کم شدن فلو و فشار کمپرسور شود.



در یکی از کمپرسورهای فوق مشکل کم بودن فلو و زیاد بودن لکرنس های داخلی که باعث ایجاد نشتی های داخلی می‌گردد از طریق نصب قطعات تفلونی روی لبه های لوب ها انجام گردید که نتیجه آن نیز رضایت بخش بود.

روش کار به این صورت بود که باتعبیه شیارهائی در طرفین لوب ها (نقاطی که کاراب بندی را انجام می‌دهند) و سپس تهیه و ساخت نوارهای تفلونی (Over Size) و نصب آنها داخل این شیارها به توسط پیچ (خزینه کردن تفلون ها در محل نصب پیچ ها روی نوار تفلونی) قسمت های آسیب دیده ترمیم شدند. لازم به توضیح است که باتوجه به نرم تر بودن جنس تفلون ها (تفلون سخت) و کلرنس کم بین قطعات ثابت و متحرک پس از مدت محدودی کار کردن کمپرسور قسمت هائی که کلرنس آنها خیلی کم است سائیده می‌شوند تا کلرنس های مطلوب بدست آید.

## بالابودن مصرف بخارتوربین های ۲۰۰۱

مشکل اصلی توربین های فوق بالابودن مقداربخارمصرفی آنها بود.

### مشخصات توربین

۱- کارخانه سازنده Wortington

۲- توان ۸۰۰ کیلووات.

۳- دور ۱۸۵۰ دور در دقیقه.

۴- بصورت مستقیم باپمپ کوپله می شود.

۵- تعدادنازل های روی نازل رینگ ۱۵ عدد.

۶- فشارورودی بخار ۶۰۰ پوندبراینچ مربع.

۷- فشارخروجی ۶۰ پوندبراینچ مربع.

۸- نوع رتور Curtis Wheel.

توربین های فوق پس ازبالارفتن خوراک واحدهای تقطیرنصب وراه اندازی شده اندوبرخلاف توربین های قدیمی گیربکس ندارندوبصورت مستقیم باپمپ کوپله می شوند. لازم به توضیح است که دورتوربین های قدیمی ۴۶۰۰ دور در دقیقه است وتوسط یک گیربکس کاهنده دور، دور آنها به ۱۹۰۰ دور در دقیقه کاهش داده می شود.

مشخصات فنی توربین های جدید و قدیمی به شرح زیر است:

| نوع Blade | قطر Nozzle | تعداد Nozzle | قطر Wheel |              |
|-----------|------------|--------------|-----------|--------------|
| Bucket    | 0.460 اینچ | 10 NO        | 610mm     | PT-2001 قدیم |
| Curtis    |            | 15 NO        | 750mm     | PT-2001 جدید |

باتوجه به یکسان بودن فشارهای ورودی و خروجی هر دو توربین باتوجه به بیشتر بودن تعداد وسایز نازل هانتیجه گیری می شود که مصرف بخار در توربین های جدید بیشتر از توربین های قدیمی است.

### اقدام اصلاحی

رفع این مشکل باکم کردن قطر و تعداد نازل ها برای رسیدن به گشتاور کمتر همراه بادور بالاتر برای نصب گیربکس امکان پذیر است. لازم به توضیح است که اقدامات عملی مورد نیاز برای انجام این کار شروع شده و در حال انجام است.

## لرزش فن های هوایی

دربسیاری از موارد فن های هوایی به دلیل لرزش زیاد از سرویس خارج می شوند که باعث شده گاهی اوقات نیز با تعویض شافت و فلنچ برینگ ها مشکل حل شود.

### مشکل

موارد متعددی مشاهده شده است که عامل لرزش این فن ها شل شدن ال اسکرو هایی بوده که بوش فلنچ برینگ را روی محور نگه می دارد و کار کردن زیاد فن در این حالت باعث چرخیدن شافت در داخل بوش یا تاقان می شود و باعث خرابی محور و یا تاقان (افزایش قطر داخل بوش) می شود که این مشکل با چار کشی روی این ال ها و سفت کردن آنها در مدت زمان کمی قابل پیشگیری است و می تواند منجر به بالا رفتن طول عمر محور و یا تاقان ها شود.

نکته حائز اهمیت این که برای ممانعت از شل شدن L-Screw ها آنها را طوری طراحی می کنند و می سازند که روی قسمت انتهائی آنها (محل قرار گرفتن روی محور) یا بصورت عاج دار باشد و یا بصورت یک لبه تیز تا پس از سفت شدن در اثر اصطکاک ایجاد شده احتمال شل شدن آنها تقریباً به صفر برسد و نکته دیگر این که پس از یک یا دو بار استفاده کردن از این پیچ ها به دلیل از بین رفتن سطح اصطکاکی آنها با توجه به سالم بودن دنده ها و محل اچار خور آنها دیگر قابل استفاده نیستند و باید تعویض شوند و در صورت استفاده مجدد از آنها باعث شل شدن آنها می شود.

## تعمیر فلنج برینگ های فرسوده

فلنج برینگ ها Flange Bearings در پالایشگاه ها بیشترین کاربرد را روی فن های هوایی دارند و خراب شدن آنها باعث ایجاد ارتعاشات زیاد و درگیر شدن پره ها با تنوره و شکسته شدن پره های می شود.

### مشخصات Flange Bearings ها

Flange Bearings در دو نوع پایه بلند و پایه کوتاه مورد استفاده قرار می گیرند. برینگ های پایه کوتاه یک ردیفه اند و در داخل هوزینگ مربوطه بصورت Self Align قرار می گیرند ولی فلنج برینگ های پایه بلند بصورت رولر برینگ دو ردیفه تماس زاویه ای می باشند که کنس داخلی هر دو بصورت بوشی استوانه ای است که توسط سه عدد L-Screw روی محور نصب می شوند. کار کردن مداوم آنها باعث خرابی آنها و افزایش ارتعاشات و ..... می شود.

### مشاهدات

بررسی های انجام شده روی فن های فوق نشان داده است که درصد بسیار بالایی از فلنج برینگ های پایه بلند به دلیل لقی زیاد محوری قابل استفاده نیستند و همچنین درصد زیادی از فلنج برینگ های پایه کوتاه به دلیل لقی بال برینگ در هوزینگ محل قرار گیری (که بصورت Self Align قرار می گیرند) قابل استفاده نیستند.

### اقدام اصلاحی

باعنایت به موارد فوق برای استفاده بیشتر از این یاتاقان ها که قیمت های تقریباً بالایی نیز دارند اقدامات زیر روی تعداد زیادی از آنها انجام شد (بخصوص آنهایی که کنس داخلی آنها که روی شاروی شافت نچرخیده بود) و باعث گردید یاتاقان های خراب نیز مجدداً مورد تعمیر و استفاده قرار گیرند.

۱- تعمیر Flange Bearings های پایه بلند (دو ردیفه تماس زاویه ای) با شیمز گذاری در قسمت بیرونی کنس های خارجی آنها تعمیر گردید که با انجام این عمل لقی آنها مجدداً به لقی اولیه رسانده شد (البته لازم به توضیح است که این روش تعمیر مورد قبول کارخانه های سازنده بال برینگ نیز واقع شده و پروستیتور تعمیران نیز ارائه شده است).

۲- تعمیر Flange Bearings های پایه کوتاه (که دارای بال برینگ های یک ردیفه Self Align می باشند) با فیکس کردن بال برینگ در داخل هوزینگ به این صورت که با پرس نمودن یک رینگ در پشت بال برینگ در داخل هوزینگ (پایه یاتاقان) مرتفع گردید.

## شکسته شدن پره های هوایی

بیرون آمدن پره های فن های هوایی و برخورد آنها با دیواره و تنوره فن باعث ایجاد نگرانی زیاد شده بود.

### مشخصات فن

- ۱- فن ها بصورت چهارپره ای طراحی شده اند.
  - ۲- دور فن ها حدود ۳۲۰ دور در دقیقه.
  - ۳- نوع Fan Blade یا پره ها T-13B.
  - ۴- قدرت الکتروموتور ۲۲ کیلووات.
- این مشکل از وقتی که Fan Blade های ساخت داخل روی فن ها نصب گردید بوجود آمد.

### اقدامات اصلاحی

اقدامات اصلاحی زیر نیز روی آنها انجام شد ولی مشکل بطور کامل حل نشد.

- ۱- بیشتر کردن فاصله لبه پره ها با تنوره
- ۲- چک کردن و تعویض فلنج برینگ ها
- ۳- استفاده از پره های هم وزن در مقابل یکدیگر
- ۴- تنظیم دقیق پولی های الکتروموتور و فلاپویل
- ۵- کاهش ارتعاشات زمینه تا حد ممکن

### علت

این مشکل دارای دو علت اصلی بود:

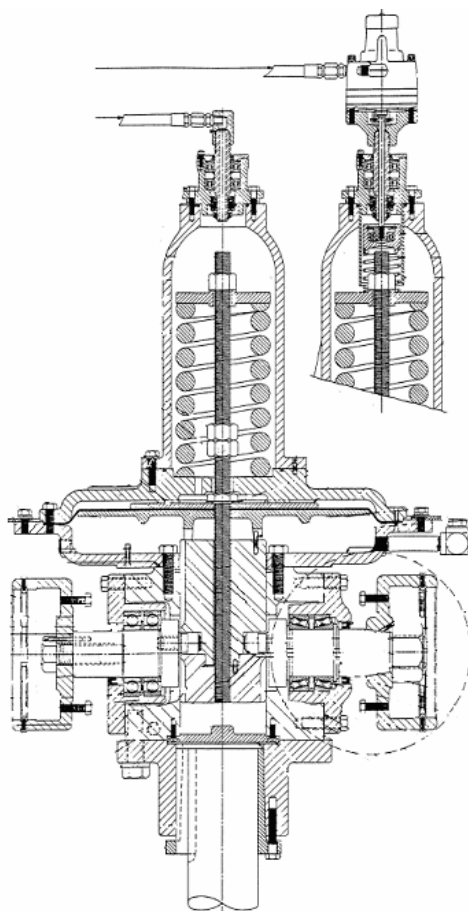
- ۱- بالا رفتن دور فن ها به دلیل بزرگتر کردن قطر پولی الکتروموتور (بابا لابر دن قدرت الکتروموتور و بالتبع افزایش قطر شافت آن ناچاراً قطر پولی آن نیز بزرگ تر شده بود).
- ۲- مشکل بعدی مربوط به محل قرارگیری Half Ring روی گلوگاه پره ها بود که به دلیل شکل و عمق نامناسب آن باعث می گردید پس از سفت کردن جک بولت های پشت کاسه ها پره از داخل رینگ کمی بیرون بیاید و در حین Run در اثر نیروهای گریز از مرکز اعمال شده روی پره ها بیرون آمدن پره بیشتر شود و باعث برخورد به تنوره فن و شکسته شدن یک پره و نهایتاً برخورد با دیگر پره ها و ..... گردد.

### اقدام اصلاحی

مشکل با ترمیم نمودن محل گلوگاه و شیار محل قرارگیری رینگ مرتفع گردید.

## عمل نکردن Psitioner فن های هوایی

یکی از راه های کنترل درجه حرارت مایعات درحین عبور از داخل فن های هوایی تغییر دادن زاویه پره های فن درحین کار است که بانصب واستفاده از هاب های قابل تنظیم روی فن ها عملی می گردد که از طریق اعمال فشار هوای ابزار دقیق روی Psitioner (رابط بین قسمت گردنده فن ولوله هوای ورودی) وانتقال آن روی دیافراگم هاب باعث ایجاد حرکت های چرخشی روی بازوهای محل نصب پره ها پیش آنها وتغییر دادن زاویه پره می گردد.



مشکلی که روی چندین فن اتفاق می افتاد این بود که با اعمال فشار هوا روی هاب (درحین Run)تغییری در مقدار امپر مصرفی الکتروموتور بوجود نمی آمد. در صورتی که در حالت استاتیکی این سیستم مشکلی نداشت وتغییر فشار هوا باعث تغییر در زاویه پره های گردید.

### مشخصات فن

- ۱- تعداد پره چهار عدد.
- ۲- دور فن ۳۲۵ دور در دقیقه.
- ۳- سیتم انتقال قدرت تسمه.
- ۴- سیستم تغییر زاویه پره ها پیوماتیکی.

## اقدامات انجام شده

- ۱-تعویض هاب.
- ۲-تعویض Positioer.
- ۳-تغییر دادن زاویه پره ها.
- ۴-تعویض تسمه.
- ۵-چک کردن دور فن برای اطمینان از سر نخوردن تسمه.

## علت

کافی نبودن فشار هوای اعمال شده روی دیافراگم هاب توضیح این که به دلیل بیشتر شدن توان الکتروموتور و بالا رفتن قطر محور و از پولی بزرگتر روی الکتروموتور استفاده شده بود که این باعث افزایش دور حدود ۲۵ درصدی برای فن شده بود و باعث گردیده بود که اختلاف فشار طرفین (سطوح بالائی و پایینی) پره ها افزایش پیدا کند و نیروی محوری لازم برای تغییر دادن زاویه توسط فشار هوا فراهم نشود.

## اقدام اصلاحی

زیاد کردن نیروی فنی روی دیافراگم بالاتر رفتن دور فن باعث افزایش نیروهای عمودی روی پره هابی گردید که نتیجتاً برای چرخاندن آنها (تغییر دادن زاویه) نیاز به نیروی بیشتری می باشد که با زیاد کردن نیروی فنی جبران خواهد شد. لازم به توضیح است که باتوجه به پره های باسایزهای متعددی که در پالایشگاه موجود است کلیه هاب های فن های هوایی استفاده شده در واحدها با هم مشابه هستند و تنها تفاوت آنها در فنر بکار رفته در آنهاست که برای هر شرایطی از فنر با رنگ مشخص آن استفاده می شود که ضریب فنریت آن تقریباً ثابت است و برای یک شرایط عملیاتی مشخص طراحی شده است و در صورت تغییر شرایط عملیاتی نیاز به تغییر فنر یا نیروی فنی است.

## نوسان امپرفن های هوایی

در بعضی از مواقع ملاحظه شده است که امپرفن های هوایی در حین کار دارای نوسانات زیادی است (امپر کم و زیاد می شود) که می تواند برای الکتروموتور ایجاد مشکلاتی را بنماید.

## علت

بررسی های انجام شده نشان داده است که یکسان نبودن زاویه پره ها با هم دیگر و همچنین در یک سطح قرار نداشتن پره ها (افتادگی پره ها) باعث نوسانات امپر الکتروموتور هابی شود.

## بریدن محور پمپ P-159 جدید

مشکل پمپ فوق که چندسالی بیشتر از نصب آن نگذشته است بریدن محور از دو طرف پروانه  $k f, nI$  که برای دوبار متوالی تکرار شد.

### مشخصات پمپ

۱- پمپ گریز از مرکز یک مرحله ای

۲- پروانه نوع Double Suction

۳- فشار ورودی

۴- فشار خروجی

۵- کلاس پمپ

۶- مایع پمپ شونده

۷- درجه حرارت مایع

۸- دور پمپ 3000 R.P.M

۹- جنس پروانه SS410

تاکنون دو مورد بریدن محور روی یکی از این پمپ ها اتفاق افتاده است و نکته حائز اهمیت این که بریدن محور روی این پمپ در دفعه اول از قسمت پشت پروانه (سمت تراست) یعنی روی نقطه ای از محور که تورک (گشتاور) را منتقل نمی کند اتفاق افتاده است. لازم به توضیح است که چون محور بصورت کاملاً صاف بریده شده بود و دو طرف شافت از هم دیگر جدا شده بود این وضعیت به عنوان خستگی محور و یا ناهمگن بودن آن قسمت از محور توجیه شد.



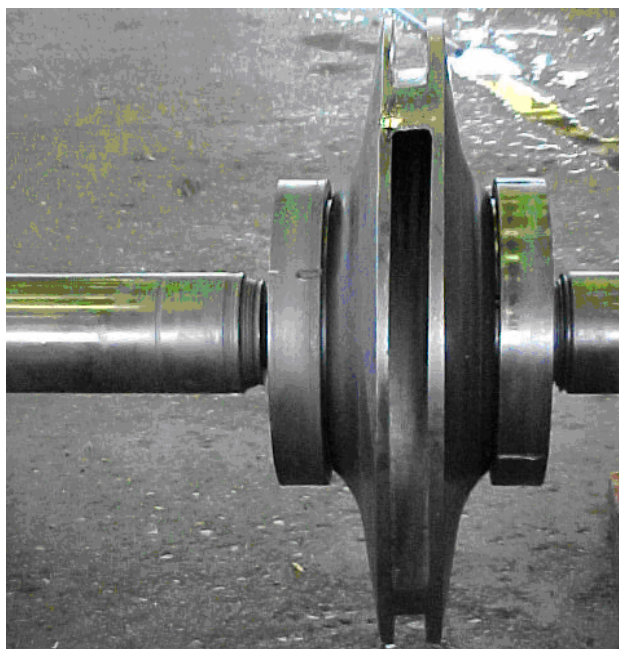
وباساخت مجدد شافت از جنس SS410 با سختی سطح حدود 200BHS پمپ فوق مونتاژ وبه واحد ارسال گردید ولی پس از گذشت نزدیک به شش ماه کار پس از اتمام تعمیرات اساسی واحد تقطیر و در حین راه اندازی همین پمپ به دلیل جام بودن بازوبه کارگاه ارسال شد که پس از باز شدن پمپ در کارگاه ملاحظه شد که علاوه بر موجود بودن اشیا خارجی در داخل پمپ که باعث جام شدن آن شده بود محور نیز از ناحیه دو طرف پروانه دچار بریدگی های عمیقی است و چیزی تاجد شدن آنها باقی نمانده است.

### اقدامات انجام شده

۱- بررسی های همه جانبه ای توسط گروه های زیربط روی پمپ انجام شد که نتیجه ای به دنبال نداشت.

۲- ارسال تکه ای از محور به دانشگاه صنعتی اصفهان برای بررسی بیشتر و آنالیز ماتریال

۳- انعکاس مشکل به کارخانه سازنده پمپ که هنوز جوابی واصل نشده است.



### علت

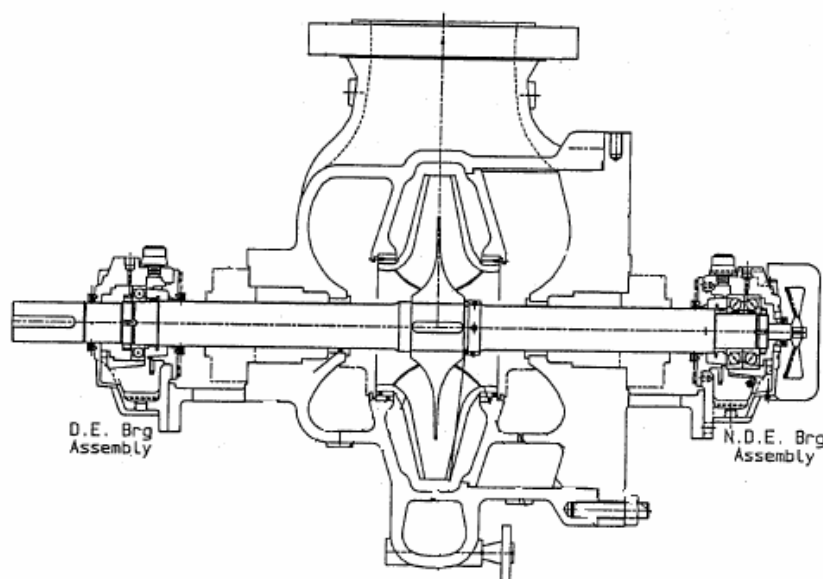
پس از انجام بررسی های بیشتر و با توجه به شواهد موجود این طور نتیجه گیری می شود که با عنایت به این که محور از هر دو طرف دچار بریدگی شده است مشکل ناشی از مسائل مکانیکی اعم از تنش، خستگی و..... نمی تواند باشد زیرا همانگونه که قبلاً نیز اشاره شد بریدگی محور حتی در ناحیه ای که تحت گشتاور نیز نمی باشد اتفاق افتاده است و حتی پمپ با محور بریده در حال کار و تولید فلونیز بوده است.

باتوجه به این که بریدگی تقریباً در یک ناحیه محدود (چند سانتیمتر در دو طرف پروانه) و در محل ورود مایع به پروانه اتفاق افتاده می تواند ناشی از جریان و جت شدن مایع روی محور باشد که باعث Erosion محور گردیده است.

۱- اشتباه در طراحی بدنه پمپ

۲- اشتباه در انتخاب تعداد پروانه پمپ که باین شرایط عملیاتی (اختلاف فشار 18 Bar) حتماً باید پمپ دو مرحله ای طراحی یا انتخاب می شد.

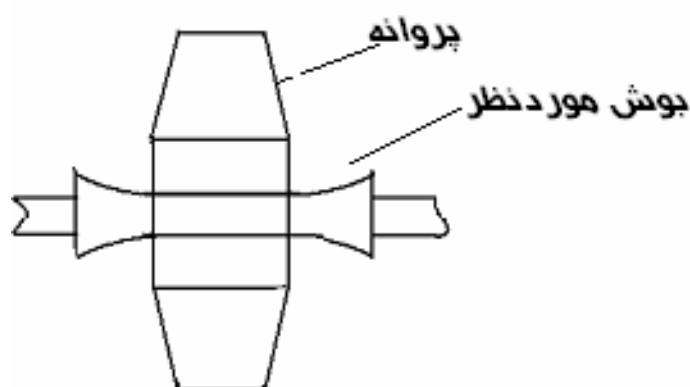
۳- کار نکردن پمپ در شرایط عملیاتی طراحی.



### اقدامات اصلاحی

۱- تارسیدن جواب کارخانه سازنده دوباره محوری از جنس SS410 ساخته شد و برای مرتفع شدن مقطعی مشکل سختی سطح محور در دو طرف پروانه با آب کرم بالابرده شد.

۲- برای جلوگیری از Erosion می توان با تغییر جهت دادن سیال ورودی به پروانه از جت شدن آن جلوگیری نمود. این کار را می توان با ساخت دو عدد بوش بصورت مخروطی طبق شکل زیر و نصب آن در دو طرف پروانه مشکل را مرتفع نمود.



## گسیختگی پروانه کمپرسور خط لوله گاز

مشکل پروانه های کمپرسورهای فوق که رتورانها جهت تعمیر به پالایشگاه اصفهان فرستاده شده است گسیختگی پروانه های هر دو مرحله این کمپرسورها در محل نصب Vane به یک طرف دیواره پروانه Shroud و همچنین سایش شدید روی قسمت داخلی دیواره پروانه (مقابل چشمه پروانه) است.

### مشخصات کمپرسور

۱- کمپرسور گریز از مرکز دو مرحله ای.

۲- گاز کمپرس شونده گاز طبیعی.

لازم به توضیح است که چندین دستگاه از این نوع کمپرسور در قسمت ایستگاه های افزایش دهنده فشار خط لوله خریداری شده است که تقریباً تمامی آنها دارای این مشکل می باشند.



### علل

باتوجه به شواهد موجود علت اصلی آسیب دیدن پروانه ها مطمئناً چیزی غیر از سایش Erosion نیست که علل مختلفی هم می تواند داشته باشد که ذیلاً به آنها اشاره می شود:

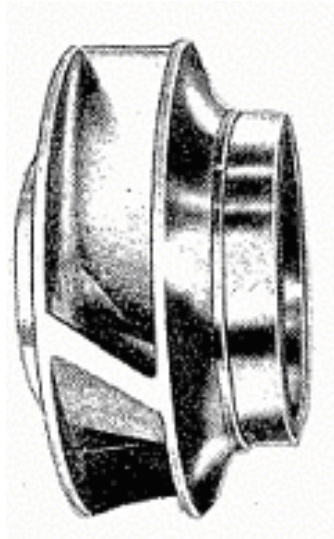
۱- همراه بودن ذرات جامد همراه با گاز کمپرس شونده (کثیف بودن گاز).

۲- مناسب نبودن جنس انتخاب شده برای ساخت پروانه.

۳- بالا بودن سرعت گاز وارد شده به پروانه (اشتباه در طراحی).

۴- طراحی غلط پروانه از لحاظ زاویه Vane ها و عدم ایجاد مسیر مناسب برای حرکت Smooth گاز .

در صورتی که طراحی پروانه بصورت فرانسسی (سطوح پره های این پروانه دارای انحناى دوگانه است و معمولاً به آن پره پیچشى Screw Vane نیز گفته مى شود که دارای راندمانى بالاتر مى باشند) انتخاب مى شد خيلى بهتر مى بود.  
در شکل زیر یک نمونه ان نشان داده شده است.



در شکل زیر شمائی از رتوريكى از اين كمپرسورها كه جهت تعمير به پالايشگاه اصفهان آورده شده است نشان داده شده است.



مراحل تعمير به اين صورت خواهد بود كه پس از تعيين ماتريال پروانه و انتخاب الكترو دوروش جوش مناسباً اقدام به جوشكارى قسمت هاى كسيخته شده مى شود و پس از عمليات جوشكارى با استفاده از سنگ هاى انگشتى كارهاى ظريف كارى و سنگ زنى تارسيدن به صافى سطح مناسب انجام خواهد شد.

## عمل نکردن Vibration Switch برج های خنک کننده

چندین بار مشاهده شده بود که برای فن های برج های خنک کننده اتفاق افتاده و باعث صدمه دیدن به گیربکس و پره ها شده بود ولی Vibration Switch نصب شده روی الکتروموتور عمل نکرده بود و باعث تشدید خرابی ها و بیشتر شدن خسارات وارده شده بود.

### اقدام اصلاحی

انتقال Vibration Switch ها از روی الکتروموتور به روی گیربکس.

به دلیل زیاد بودن فاصله بین الکتروموتور و عدم امکان لرزش بطور کامل از گیربکس به الکتروموتور این سیستم فرمان لازم برای از سرویس خارج کردن الکتروموتور را نمی داد. البته لازم به توضیح است که مرطوب بودن فضای داخل برج نیز باعث پوسیدگی شدید بدنه Vibration Switch و خراب شدن آن می شد که با استفاده از نوع Water Proof آن مشکل حل شد. البته کلیه Vibration Switch باید طبق برنامه های زمان بندی کالیبره شوند.