



■ مهندس سیدحسین صدیقی
رئیس نگهداری و تعمیرات سیمان خاش



■ مهندس انس بایگان
کارشناس فنی مهندسی سیمان خاش

اصلاح یاتاقان لوز فن پیش گرمکن سیمان خاش

چکیده:

در یاتاقان بندی شافت های دوار به سه نکته باید توجه کرد: ۱- دمای کارکرد ۲- جنس شافت ۳- طول شافت (فاصله دو یاتاقان). اختلاف دما باعث تغییر طول شافت بین دو یاتاقان می شود. به همین علت در شافت های دوار همیشه یکی از یاتاقان ها فیکس و یاتاقان دیگر لوز (دارای خلاصی در راستای محور دوران) است. با توجه به اهمیت فاصله بین کویلینگ محرک شافت، یاتاقان سمت محرک فیکس و سمت مخالف لوز در نظر گرفته می شود. این مسائل در فن پیش گرمکن کارخانجات سیمان از اهمیت به سزایی برخوردار است. به همین علت لقی محوری فن به گونه ای محاسبه می گردد که بیرینگ در بیشترین و کمترین دمای شافت در جهت محور تحت فشار نباشد. اگر لقی به درستی محاسبه نشود، باعث فشار به بیرینگ و بالا رفتن دمای آن و حتی منجر به توقف فن می گردد.

۱- فن پیش گرمکن سیمان خاش

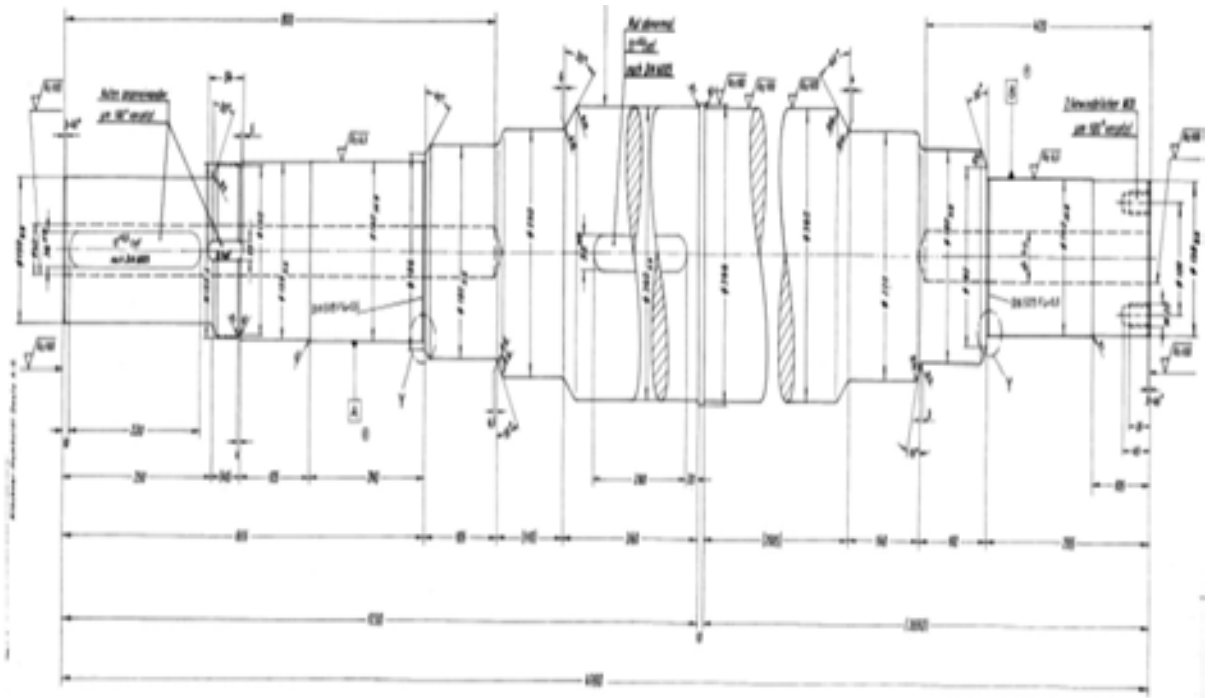
همان گونه که در نقشه شکل ۱ دیده می شود، طول شافت فن پیش گرمکن ۴۷۹۰ میلی متر و جنس آن St 52-3N می باشد. یاتاقان لوز فن HFO 228 BL و بیرینگ آن 22228 C3 است. میزان لقی محوری فن ۲۰/۵ میلی متر در نظر گرفته شده است. با توجه به اضافه شدن یک مشعل در پیش گرمکن در زمان افزایش ظرفیت کوره، دمای گاز ورودی به فن پیش گرمکن در شرایط نامتعارف افزایش یافته و به همین دلیل باید لقی محوری را بیش از زمان طراحی در نظر

گرفت. (شکل های ۱ و ۲)

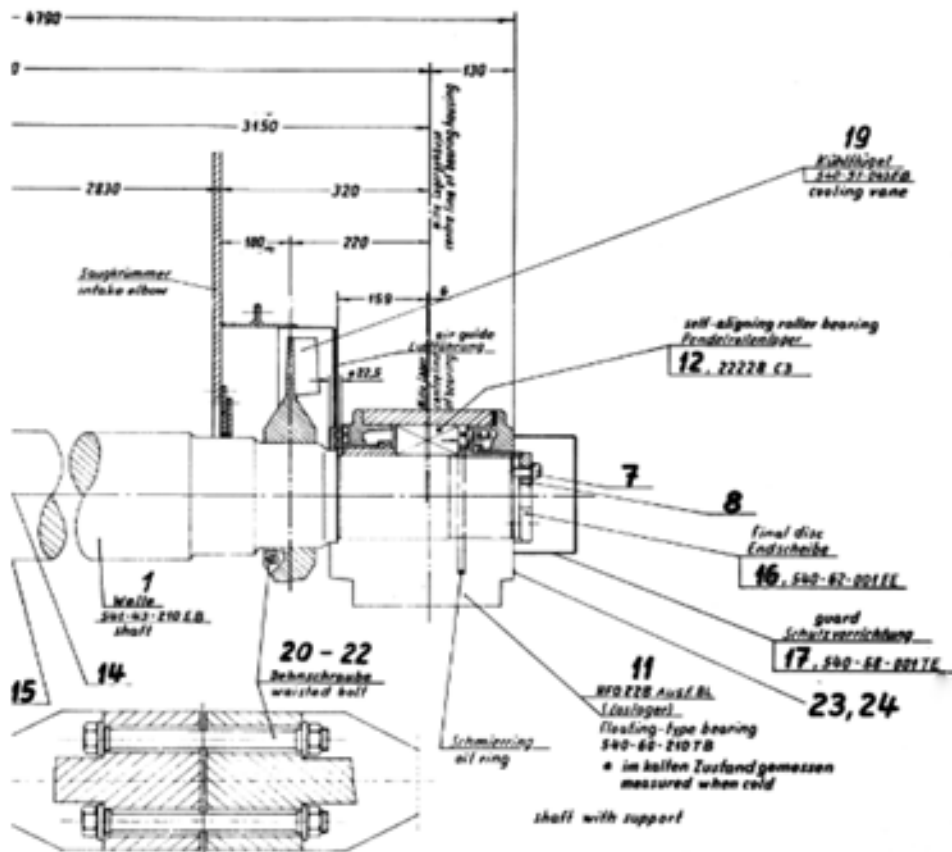
۲- طرح مسئله

معضل فن پیش گرمکن سیمان خاش، بالا رفتن دمای یاتاقان های فن با افزایش دمای گاز ورودی به فن بود. بعد از توقف کوره در تاریخ ۹۶/۹/۱۷ علت داغ کردن یاتاقان های فن مورد بررسی قرار گرفت. در زمان دمونتازژ یاتاقان لوز موارد زیر مشاهده گردید:

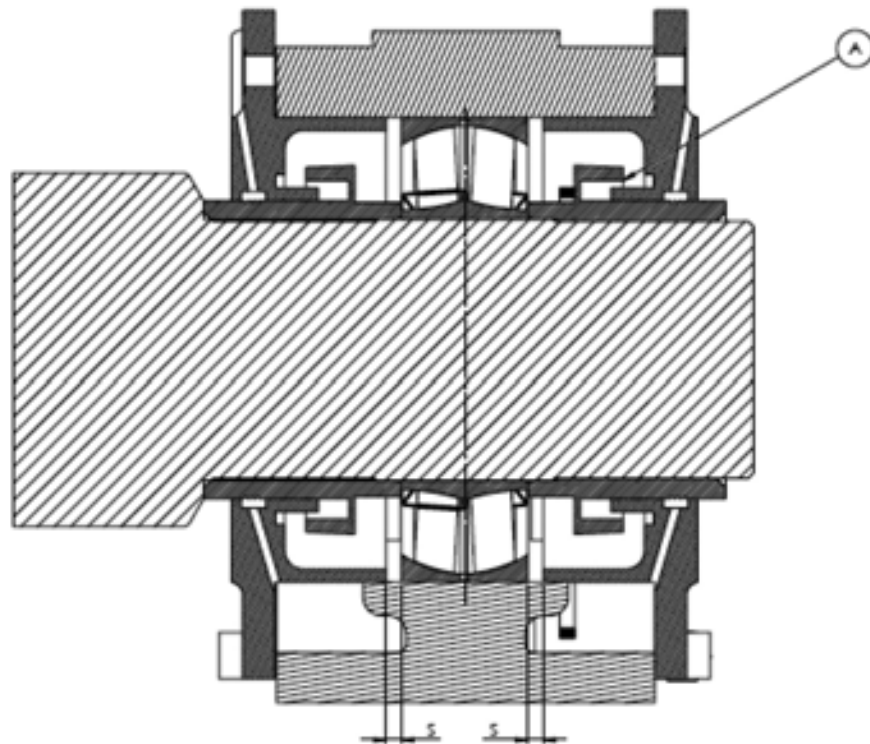
۱- لبه بوش آب بند بیرونی (Φ۱۳۸) به در پوش بیرونی



شکل ۱- شافت فن پیش گرمکن



شکل ۲- یاتاقان فن پیش گرمکن



شکل ۳- یاتاقان فن پیش گرمکن

درستی نبوده، ولی با پاره‌ای تغییرات می‌توان بهترین شرایط را برای یاتاقان فراهم کرد.

شرایط دمای نرمال گاز ورودی به فن ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این دما مبنای تغییرات قرار گرفت یعنی یاتاقان‌بندی باید به‌گونه‌ای انجام پذیرد که بیرینگ در زمانی که دمای گاز ورودی به ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد رسید، حتی‌الامکان در مرکز یاتاقان باشد.

۳- اصلاح و مونتاژ یاتاقان

دمای زمان تعمیرات حدوداً ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. ضریب انبساط حرارتی فولادها در دماهای مختلف تغییر می‌کند. بنابر این افزایش طول شافت برای قسمتی که با گاز ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد در تماس است و قسمت‌هایی که با هوای آزاد تماس دارد، جداگانه محاسبه و در نهایت افزایش طول کلی شافت به دست آمد. با توجه به اختلاف دمای کم زمان کارکرد و زمان تعمیرات قسمتی از شافت که با هوای آزاد در تماس است و ناچیز بودن افزایش طول آن، از افزایش طول آن قسمت صرف‌نظر شد.

دمای $10^6 \times 13/5 =$ ضریب ضریب انبساط حرارتی St 52-3N در $20-400^\circ\text{C}$

یاتاقان ساییده شده بود. (A در شکل ۳)

۲- فاصله بین لبه کونس خارجی بیرینگ و درپوش بیرونی یاتاقان در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ۷ میلی‌متر بود. (S در شکل ۳ از قسمت بیرونی یاتاقان)

۳- رولرهای بیرینگ به‌صورت یک‌طرفه دچار سایش شده بودند. شواهد فوق نشان‌دهنده عدم رعایت خلاصی محوری مناسب برای فن پیش‌گرمکن می‌باشد.

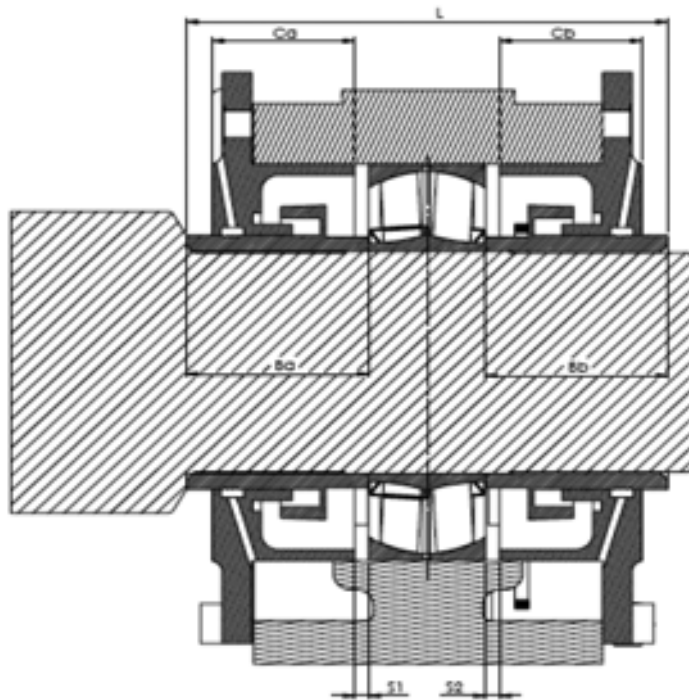
به دلیل نصب یاتاقان GOS 228 BL به جای یاتاقان HFO 228 BL موارد زیر یادداشت شد:

۱- نشیمن بیرینگ روی کپه پایینی یاتاقان ۷۰ میلی‌متر و پهنای بیرینگ ۶۸ میلی‌متر است.

۲- فاصله بین لبه کونس خارجی بیرینگ و درپوش دو طرف یاتاقان (در صورتی که بیرینگ در مرکز یاتاقان باشد)، ۸ میلی‌متر از هر طرف است.

۳- لبه‌های بوش‌های آب‌بند و درپوش‌های دو طرف یاتاقان جهت جلوگیری از نشستی روغن قادر به جابه‌جایی محوری حداکثر تا ۲۵ میلی‌متر است.

از روی اندازه‌گیری‌های فوق می‌توان نتیجه گرفت جایگزینی یاتاقان GOS 228 BL با HFO 228 BL تصمیم



شکل ۴- مونتاژ مطابق کاتالوگ سازنده

انتظار می‌رفت شافت فن ۱۷/۱ میلی‌متر حرکت محوری داشته باشد و بیرینگ و یاتاقان هم مرکز شوند، ولی حین کارکرد فن حرکت محوری ۱۳ میلی‌متر می‌باشد. این عدد نشان‌دهنده دمای پایین‌تر شافت فن نسبت به گاز ورودی است. با توجه به حرکت محوری ۱۳ میلی‌متری فن، بین مرکز بیرینگ و یاتاقان ۴/۱ میلی‌متر اختلاف وجود دارد که می‌توان با جابه‌جایی یاتاقان این دو را هم مرکز نمود.

پس از نصب یاتاقان دقت شود فاصله بین درپوش یاتاقان و بوش آب‌بند در ۴ نقطه (ساعت ۱۲-۳-۶-۹) توسط فیلر گیج اندازه‌گیری شود تا از هم‌راستایی یاتاقان و بیرینگ اطمینان حاصل کنیم و در صورت مغایرت با جابه‌جایی یاتاقان و یا شیم‌گذاری زیر یاتاقان این هم‌راستایی به دست آید.

نحوه مونتاژ بیرینگ و یاتاقان در سه حالت: ۱- شرایط سازنده یاتاقان ۲- تغییرات اعمال شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ۳- شرایط دمایی بهره‌برداری (دمای گاز ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد) و اندازه‌های آن در شکل ۴ و جدول ۱ دیده می‌شود.

۴- برطرف کردن دمای یاتاقان در شرایط بهره‌برداری

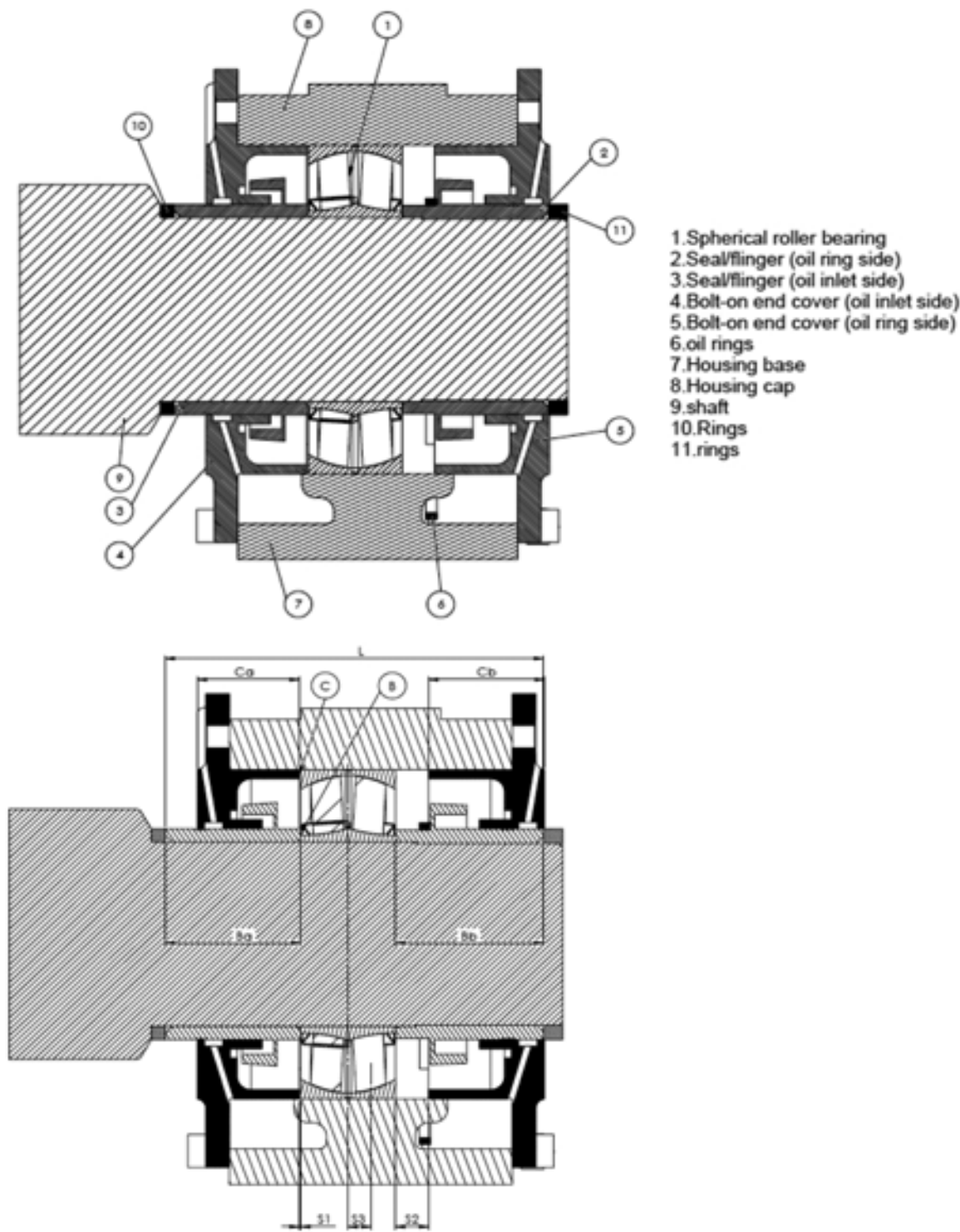
اگر در زمان بهره‌برداری یاتاقان‌های مشابه در دمای بالا

۳۶۲۳mm = اندازه طول شافت که با گاز ۴۰۰ °C در تماس است.

$$\Delta L_1 = \alpha_1 \cdot L_1 \cdot \Delta \theta_1 = (13.5 \times 10^{-6}) \times 3623 \times (350 - 20) = 16.1 \text{ mm}$$

با توجه به فاصله ۸ میلی‌متری بین لبه کونس خارجی بیرینگ و درپوش داخلی در حالتی که بیرینگ در مرکز یاتاقان قرار داشته باشد، ۹/۱ میلی‌متر از بوش داخلی (B در شکل ۴ در ۲۰ °C) کم شد تا در زمان مونتاژ مرکز بیرینگ و یاتاقان به اندازه ۱۷/۱ میلی‌متر باهم اختلاف داشته باشند و بعد از رسیدن دمای گاز ورودی به ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد و حرکت محوری فن، بیرینگ در مرکز یاتاقان قرار گیرد. همچنین ۱۰ میلی‌متر از لبه درپوش داخلی یاتاقان (C در شکل ۴ در ۲۰ °C) کم شد تا امکان مونتاژ بیرینگ در موقعیت مورد نظر را فراهم نماید. برای پر کردن فضای ایجاد شده یک بوش با پهنای ۱۰ میلی‌متر و قطر خارجی ۱۶۰ میلی‌متر جلوی بوش داخلی یاتاقان نصب گردید. همچنین این فاصله باعث می‌شود بعد از حرکت محوری فن، پروانه خنک‌کن به پوسته یاتاقان برخورد نکند. با توجه به تغییرات فوق بعد از نصب بیرینگ بین لبه کونس خارجی بیرینگ و درپوش داخلی یاتاقان ۰/۹ میلی‌متر فاصله وجود دارد که اگر توقف کوره در دمای پایین‌تر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد و شافت فن بیش از این منقبض شد، بیرینگ تحت فشار نباشد.

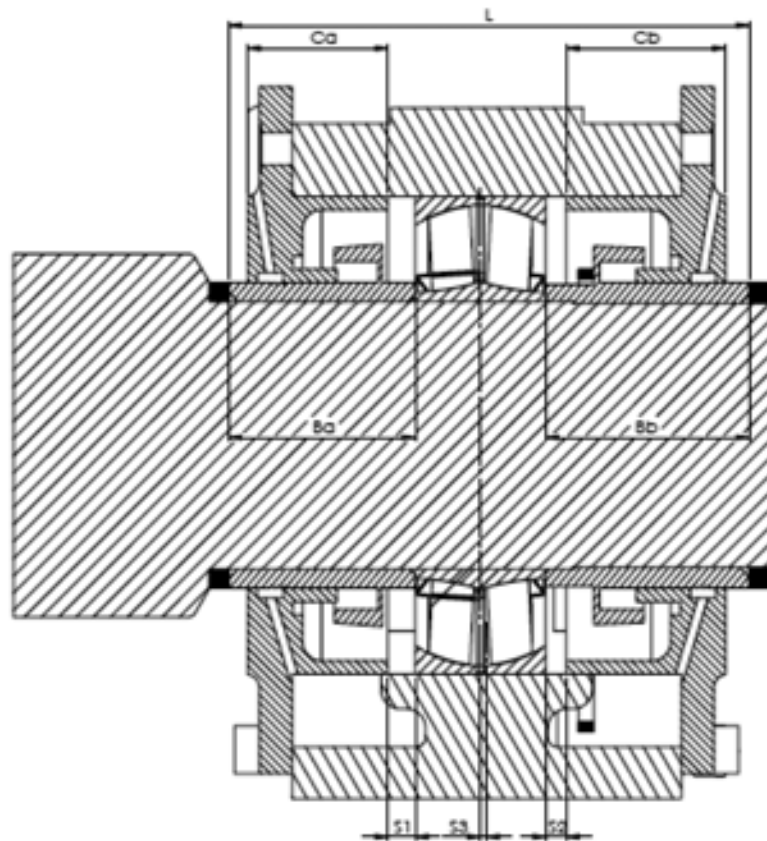
بعد از استارت کوره و رسیدن به شرایط نرمال بهره‌برداری



شکل ۵- شرایط مونتاژ در دمای $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

گاهی اوقات در هنگامی که کوره جهت تعمیرات متوقف گردیده، یاتاقان‌های فن‌ها با افزایش دما روبرو می‌شوند. این دما نشان‌دهنده فاصله نامناسب بین لبه کونس خارجی بیرینگ و درپوش داخلی یاتاقان است. این مشکل می‌تواند ناشی از تعویض بیرینگ در زمان بهره‌برداری و دمای بالای شافت فن و

رفتاری شبیه فن پیش‌گرمکن سیمان خاش داشته باشند و زمان برای اصلاح یاتاقان‌بندی مجموعه فراهم نباشد، می‌توان با قرار دادن واشر فلزی با ضخامت مناسب بین درپوش بیرونی و کپه یاتاقان مشکل دمای یاتاقان را حل نمود و در تعویض بعدی بیرینگ و یاتاقان موارد مطرح شده را رعایت کرد.



شکل ۶- شرایط یاتاقان در حین بهره‌برداری $t = 350^{\circ}\text{C}$

جدول ۱

شرایط	S_1	S_2	S_3	B_a	B_b	B_c	C_b	L
متابق سازنده	۸	۸	صغیر	۱۰۶	۱۰۶	۹۰	۹۰	۲۸۰
$t = 20^{\circ}\text{C}$	۰/۹	۲۵/۱	۱۷/۱	۹۶/۹	۱۰۶	۸۰	۹۰	۲۷۰/۹
$t = 350^{\circ}\text{C}$	۱۲/۹	۱۲/۱	۴/۱	۹۶/۹	۱۰۶	۸۰	۹۰	۲۷۰/۹

منابع:

- ۱- کلید فولاد
- ۲- مدارک شرکت KHD برای خط تولید کارخانه سیمان خاش
- ۳- کاتالوگ شرکت HFB

عدم توجه به خلاصی‌های مورد نظر باشد. برای رفع این مشکل باید بین درپوش داخلی و کپه یاتاقان از واشر فلزی با ضخامت مناسب استفاده نمود تا بیرینگ حرکت محوری خود را داشته باشد.

به جمع مشترکین ما بپیوندید:

تلفن امور مشترکین نشریه: ۰۲۱-۲۲۸۹۱۵۹۳-۲۲۸۸۳۳۰۶