

مقدمه

کارخانه سیمان خاش دارای یک آسیاب مواد خام و دو آسیاب سیمان از نوع گلوله‌ای می‌باشد. تمامی آسیاب‌ها، دارای ۲ محور محرک هستند. نیروی محرک آسیاب توسط دو موتور الکتریکی ۲۱۰۰ کیلووات و ۷۴۳ دور بر دقیقه تامین می‌شود. دو گیربکس با توان ۲۱۰۰ کیلووات و نسبت تبدیل ۶/۸۹ گشتاور مورد نیاز جهت چرخش آسیاب را فراهم می‌کنند. گیربکسها از نوع دنده مارپیچ با ۲ مرحله تبدیل دوره هستند. (تصویر ۱)



مزایای استفاده از دنده مارپیچ عبارتند از:

- ۱- تعداد دندانه‌های درگیر بیش از یکی می‌باشد، به همین علت گشتاور بیشتری را نسبت به چرخ‌دنده‌های ساده انتقال می‌دهند.
 - ۲- درگیری در این نوع چرخ‌دنده‌ها، آرام تر و به راحتی صورت می‌گیرد. به همین دلیل صدای کمتری دارند.
 - ۳- خط درگیری چرخ‌دنده‌ها از نوع ساده بیشتر است.
- معایب چرخ‌دنده‌ای مارپیچ به شرح زیر است:
- ۱- نسبت به چرخ‌دنده‌ای ساده گران‌تر هستند.
 - ۲- راندمان آنها نسبت به چرخ‌دنده‌های ساده پایین‌تر است.

پایش وضعیت گیربکس‌ها

در پایش وضعیت گیربکس‌های آسیاب مواد خام مشاهده گردید، حرکت محوری شافت خروجی گیربکس افزایش یافته است. در زمان کارکرد آسیاب به علت نیروی محوری چرخ‌دنده، شافت خروجی گیربکس هیچ‌گونه حرکت محوری نداشت، اما در توقف آسیاب، زمانی که آسیاب حرکت گهواره‌ای دارد، این حرکت کاملاً مشهود بود. ارتعاشات و دمای بیرینگ‌های گیربکس کاملاً طبیعی و نتایج ارتعاشات قبل از تعمیرات در جدول شماره ۱ و ۲ آورده شده است. در سال گذشته نیز کارشناس شرکت GTD از گیربکس‌های آسیاب بازدید و توصیه به تعویض بیرینگ‌ها کرده بودند. همچنین سطح درگیری دنده خروجی گیربکس بالا بر آسیاب مواد بین ۵۰ تا ۶۰ درصد گزارش شده بود.

قبل از تعویض بیرینگ گیربکس پایین‌بر				
	BCU	A mm/s	H mm/s	V mm/s
Stage 1Fix	+/-1	۳/۸	۲/۶	۳/۵
Stage 2Fix	+/-۰.۶	۳/۱	۲/۹	۳/۲
Stage 3Fix	+/-۰.۶	۲/۷	۲/۴	۲/۹
Stage 1Loose	+/-۰.۹	۳/۲	۲/۸	۳/۱
Stage 2Loose	+/-1	۳/۸	۲/۱	۳/۵
Stage 3Loose	+/-۰.۵	۶/۸	۲/۲	۲/۵

جدول شماره ۱



تعویض بیرینگ و اصلاح سطح درگیری دنده گیربکس آسیاب مواد

کارخانه سیمان خاش



انس بایگان
کارشناس فنی مهندسی سیمان خاش



سیدحسین صدیقی
ریس نگهداری و تعمیرات کارخانه
سیمان خاش

کلمات کلیدی:

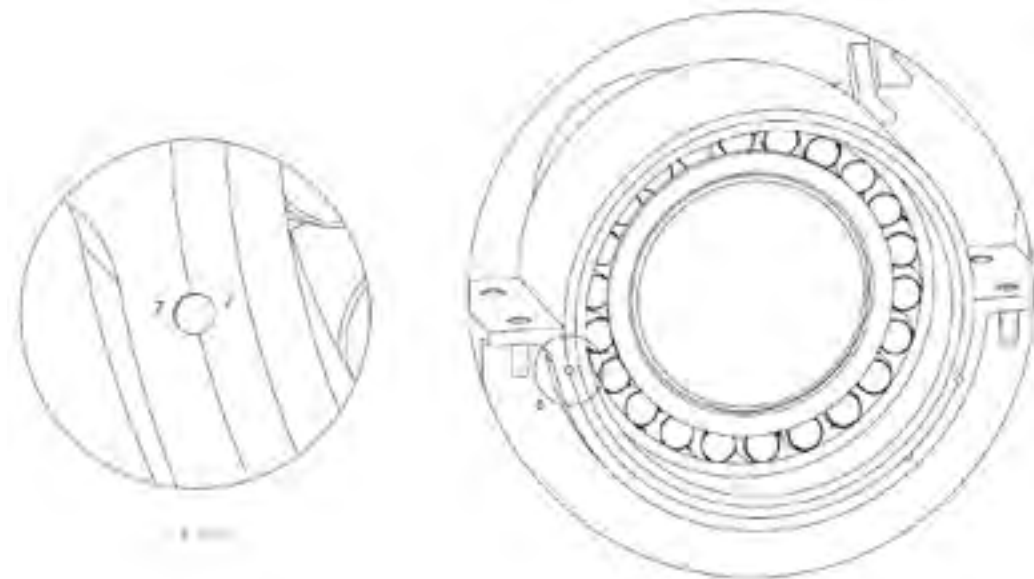
گیربکس، بیرینگ، لقی شعاعی داخلی بیرینگ (Radial internal Clearance)،
سطح تماس چرخ‌دنده (Flank contact)، پس‌زنی چرخ‌دنده

چکیده

بعد از گذشت ۲۲ سال از کارکرد سیمان خاش، حرکت محوری شافت خروجی گیربکس‌های آسیاب زیاد شده بود. مطابق بررسی‌های صورت گرفته و بازدید از گیربکس مشخص گردید حرکت محوری، ناشی از افزایش لقی بیرینگ‌ها می‌باشد. در بازدید کارشناس شرکت GTD نیز علاوه بر تعویض بیرینگ به پایین بودن سطح درگیری دنده محور خروجی گیربکس بالابر آسیاب مواد خام (۵۰ تا ۶۰ درصد) اشاره شده بود. به همین علت، تعویض بیرینگ‌های گیربکس‌های آسیاب مواد خام در توقف خرداد ماه ۱۳۹۶ انجام پذیرفت.

اصلاح سطح درگیری دنده خروجی

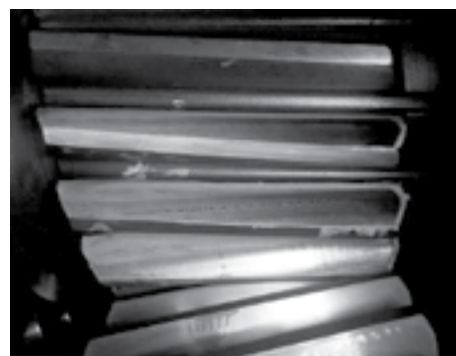
در گیربکس‌های آسیاب‌های کارخانه سیمان خاش، بیرینگ‌های شافت دنده خروجی داخل بوش خاج از مرکز قرار می‌گیرند و بوش روی پوسته گیربکس می‌نشینند. با این قابلیت می‌توان پس‌زنی (Back Lash) و سطح درگیری دنده خروجی را تغییر داد. روی بوش سوراخ‌هایی جهت سهولت در چرخش وجود دارد. برای ثابت کردن بوش بیرینگ شافت دنده خروجی در هوزینگ گیربکس و عدم چرخش آن، یک عدد پین، بین بوش و پوسته گیربکس تعبیه گردیده است. البته سازنده گیربکس دو ناحیه را سوراخ‌کاری و هر کدام را با شماره مشخص کرده اما داخل یکی از آن‌ها پین نصب کرده است. (تصویر ۴)



تصویر ۴

بعد از تعویض تمامی بیرینگ‌های هر دو گیربکس و انتقال شافت دنده‌ها به داخل هوزینگ گیربکس، پس‌زنی و سطح درگیری دو مرحله هر دو گیربکس اندازه‌گیری شد. گیربکس پایین‌بر شرایط مناسبی داشت، ولی همان‌گونه که در گزارش کارشناس شرکت GTD اشاره شده بود، سطح درگیری دنده خروجی گیربکس بالا بر پایین بود.

بعد از مونتاژ بوش‌های دو طرف، مطابق حالت قبل از دمونتاز و چک کردن سطح درگیری با رنگ، سطح درگیری دنده خروجی گیربکس بالا بر حداکثر ۵۰ درصد بود. (تصویر ۵) از روی نحوه درگیری، بوش بیرینگ فیکس را چرخانده تا دومین محل سوراخ‌کاری بوش و پوسته روبروی همدیگر قرار گیرند، سپس از سطح درگیری در موقعیت جدید تست رنگ گرفته شد. از روی تست رنگ مشخص گردید سطح درگیری از حالت اولیه بسیار کمتر شده است. (تصویر ۶) بعد از این کار بوش بیرینگ فیکس را در چندین موقعیت قرار داده و سطح درگیری را چک کردیم تا نهایتاً به سطح درگیری بالای ۹۵ درصد رسیدیم. (تصویر ۷) حال در این موقعیت جدید، پس‌زنی دنده را اندازه‌گیری کرده و پس از حصول اطمینان از مناسب بودن آن، طبق نظر سازنده، بوش بیرینگ و پوسته را در همان موقعیت با پین نسبت به هم ثابت نمودیم.



تصویر ۵



تصویر ۶



تصویر ۷

قبل از تعویض بیرینگ گیربکس بالا بر

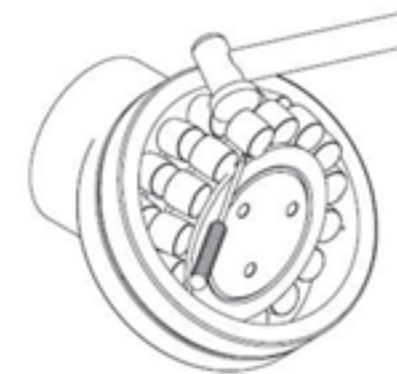
	BCU	A	H	V
Stage 1Fix	۰/۱	۲/۲	۲	۳/۲
Stage 2Fix	۰/۰۶	۲/۶	۱/۵	۲/۵
Stage 3Fix	۰/۰۶	۲/۹	۱/۸	۲/۲
Stage 1Loose	۰/۰۹	۲/۱	۱/۸	۲/۹
Stage 2Loose	۰/۱	۲/۱	۱/۴	۲/۲
Stage 3Loose	۰/۵	۳	۱/۶	۱/۹

جدول شماره ۲

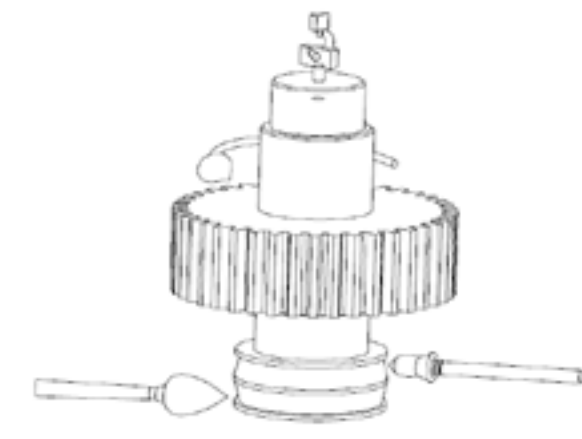
با توجه به مشاهدات موجود و توصیه کارشناس شرکت GTD، تصمیم به تعویض بیرینگ‌های گیربکس‌های آسیاب مواد در تعمیرات خرداد ماه ۱۳۹۶ گرفته شد. همزمان با توقف کوره جهت تعمیرات اساسی، تعویض بیرینگ‌ها نیز آغاز گردید. جهت کم کردن زمان تعمیرات کپه بالایی گیربکس دمونتاز و شافت دنده‌های گیربکس به کارگاه انتقال یافت.

تعویض بیرینگ‌ها

برای دمونتاز راحت‌تر بیرینگ‌های کارکرده و عدم آسیب به شافت دنده، ابتدا رولرهای بیرینگ از شیار محل نصب خاج گردید. بعد از خاج کردن تمامی رولرهای دو طرف، رینگ خارجی و قفسه از بیرینگ جدا می‌شود. (تصویر ۲) حال فقط دمونتاز رینگ داخلی می‌ماند. برای دمونتاز رینگ داخلی از روی شافت، شافت را از جهت مخالف توسط بالابر معلق نگه داشته و توسط دو مشعل با اختلاف زاویه ۱۸۰ درجه نسبت به هم، شروع به گرم کردن رینگ داخلی بیرینگ می‌کنیم. همزمان با گرم کردن رینگ داخلی بیرینگ، شافت را به آرامی می‌چرخانیم. بعد از گرم شدن با چند ضربه نه چندان محکم، رینگ داخلی از روی شافت آزاد می‌شود. (تصویر ۳) با این روش می‌توان در صورت ضرورت دوباره بیرینگ را بازسازی و مورد استفاده قرار داد.



تصویر ۲



تصویر ۳

بعد از خاج کردن بیرینگ‌ها از روی شافت، محل نشیمن بیرینگ‌ها را کاملاً تمیز و بعد از بازدید هیچ‌گونه اثر چرخشی روی شافت ملاحظه نگردید. همچنین سطح دنده‌ها نیز هیچ‌گونه مشکلی نداشت.

قبل از مونتاژ بیرینگ‌های جدید، ابتدا لقی شعاعی تمامی بیرینگ‌ها اندازه‌گیری گردید تا از سلامت بیرینگ‌ها اطمینان حاصل کنیم. سپس شافت دنده‌ها به گونه‌ای روی ساپورت ثابت گردید تا در هنگام مونتاژ بیرینگ به علت وزن بیشتر در یک طرف شافت واژگون نگردد. بیرینگ‌ها در حمام روغن تا دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد گرم و سپس با دقت زیاد در جای خود مونتاژ گردید. هنگام گرم کردن بیرینگ دقت شود، بین بیرینگ و انتهای مخزن فاصله باشد تا حرارت مستقیم به بیرینگ منتقل نشود. بعد از مونتاژ، بیرینگ توسط مهره و یا درپوش در جای خود ثابت گردید. تاکید می‌شود بعد از سرد شدن بیرینگ، مهره و یا درپوش نگهدارنده بیرینگ سفت شود زیرا ممکن است بین مهره و درپوش بیرینگ به دلیل سرد شدن فاصله اندکی ایجاد شود و باعث ارتعاش محوری گردد. بعد از سرد شدن، لقی شعاعی بیرینگ‌ها اندازه‌گیری و در محدوده مشخص شده توسط سازنده قرار گرفت.

بعد از استارت آسیاب ارتعاشات بیرینگها اندازه گیری شد که نتایج آن در جدول ۳ و ۴ آمده است. همچنین بعد از حضور کارشناس شرکت GTD و بازدید گیربکس آسیاب در حین کار و مشاهده نتایج و تصاویر، ابراز رضایت کامل از نحوه مونتاژ گیربکس ها نمودند. بعد از استارت آسیاب ارتعاشات بیرینگها اندازه گیری شد که نتایج آن در جدول ۳ و ۴ آمده است. همچنین بعد از حضور کارشناس شرکت GTD و بازدید گیربکس آسیاب در حین کار و مشاهده نتایج و تصاویر، ابراز رضایت کامل از نحوه مونتاژ گیربکس ها نمودند.

بعد از تعویض بیرینگ گیربکس پایین بر				
	BCU	A	H	V
Stage 1Fix	۰/۰۸	۲/۴	۲/۵	۲/۳
Stage 2Fix	۰/۰۹	۱/۸	۱/۵	۲/۸
Stage 3Fix	۰/۰۵	۲/۱	۱/۷	۱/۸
Stage 1Loose	۰/۰۵	۴/۱	۲/۹	۲/۵
Stage 2Loose	۰/۰۸	۳	۲/۱۵	۲/۸
Stage 3Loose	۰/۰۸	۲/۶	۲/۲	۳

جدول شماره ۳

بعد از تعویض بیرینگ گیربکس بالا بر				
	BCU	A	H	V
Stage 1Fix	۰/۰۶	۱/۶	۲/۱	۱/۳
Stage 2Fix	۰/۰۵	۱/۷	۱/۹	۱/۸
Stage 3Fix	۰/۰۵	۱/۷	۱/۸	۱/۷
Stage 1Loose	۰/۰۵	۱/۷	۱/۹	۱/۶
Stage 2Loose	۰/۰۶	۱/۸	۱/۷	۱/۶
Stage 3Loose	۰/۰۶	۱/۴	۱/۷	۱/۶

جدول شماره ۴

نتیجه گیری 

منابع:
- نقشه گیربکس شرکت GTD
- کاتالوگ SKF
- کاتالوگ Koyo