آشنایی با انواع بِرینگ های مورد استفاده در صنایع [1] :

موتور دستگاه تهویه معادن

ترجمه و تدوین : امور مهندسی و تحقیق و توسعه / شرکت بین المللی تاوریژ بلبرینگ

چکیده : تهویه معادن ، در اصل بمفهوم بر قراری و کنترل گردش جریان هوا ، میزان نمودن جهت حرکت هوا در معادن زیرزمینی است ؛ هر چند که تهویه معادن، علی الظاهر بصورت مستقیم به روند و جریان تولید و عملیات کاربردی استخراجی کمکی نمی کند اما فقدان و یا وقوع هر گونه نقصانی در کارکرد تجهیزات بکار برده شده و بتبع آنها نقصان در تهویه مناسب معادن، کارایی های معدنکاران شاغل دراعماق معادن بشدت افت پیدا می کند و به کاهش بهره وری و راندمان کار منجر می گردد ؛ وقوع چنین وضعیتی بصورت های بلاواسطه به افزایش میزان تصادفات و وقوع حوادث ناگوار و جبران ناپذیرکار و نیز آسیب های جبران ناپذیر فردی و در برخی از موارد آسیب های جبران نا پذیر گروهی معدنکاران منتهی می شود.

برای اطمینان از تهویه مناسب هوای داخل معادن، نه تنها ضروری است که کانال ها و مسیرهای جریان هوایی بر حسب مشخصات عمومی نوع معدن بصورت های مناسب طراحی و بمرحله اجرا گذاشته شوند بلکه استفاده از تجهیزات و دستگاه های تهویه مناسب با قدرت مکندگی و دمندگی مناسب و بالا، بصورت های اجتناب ناپذیر لازم و ضروری است تا اینکه هوای داخل معادن، که عمدتا بر حسب ماهیت مواد استخراجی در هر یک از معدن ها از نظر کیفیتی و آلاینده های جامد معلق در آنها از همدیگر متفاوت است به سمت محل های کار و مسیرهای مناسب از قبل پیش بینی شده به بیرون انتقال داده شود و جایگزین آن، هوای تازه با میزان اکسیژن بالا پالندگی بیشتر بداخل معدن شارژ گردد.

پس از تبیین مقدار هوای مورد نیاز جابجا شده از نظر حجم و دبی جریان ، می توان نوع مناسب **موتور پمپ** همراه با تعیین اندازه صحیح قطر شفت ها و بتبع آن چگونگی های **آرایش یاتاقان بندی ها** را بر حسب نوع و میزان بارهای شعاعی ، عمودی و ترکیبی وارده به شکل دقیق تبیین کرد.

سرویس و نگهداری مناسب سیستم تهویه معادن، چرخه تولید کارآمد و جریان مناسب هوا در داخل معادن را بنحو موثر بدست خواهد داد بترتیبی که پرداختن به این امر بدون برخورداری های لازم از آشنایی های کامل از نحوه کار ، نصب و نگهداری آرایش یاتاقانی و انواع بِرینگ های استفاده در **موتور پمپ** های دستگاه تهویه و تعویض بموقع و مناسب آنها امکان پذیر نخواهد بود.

این بخش از مطالعات انجام شده ، به ارائه مطالبی در زمینه نحوه آرایش یاتاقانی ، نصب و جایگذاری بِرینگ های نمونه موتور پمپ دستگاه تهویه رایج در معادن امروزی اختصاص دارد که امید است برای استفاده های کاربران علاقمند مفید و موثر واقع گردد[2]. در ضمن نا گفته پیداست که برقراری تمهیدات لازم برای انجام تعمیرات پیشگیرانه در موتور پمپ های معادن خود از اهمیت و جایگاه ویژه ای برخوردار است که امید است در سلسه مطالعات بعدی بدانها پرداخته خواهد شد.

کلمات کلیدی: توان نامی الکتروموتور، میزان تحمل بار دینامیکی، ضریب فاکتور سرعت ، عمر قابل دسترسی، میزان وارده تنش دینامیکی

---

[1] سلسه مجموعه های آشنایی با انواع بِرینگ های مورد استفاده در صنایع ، برای توصیف روشهای انتخاب صحیح و نصب و نگهداری انواع متنوع بِرینگ ها در صنایع مختلف تهیه و تنظیم میگردند ؛ این مجموعه مقالات، با هدفگذاری راهبردهای توسعه محصول و توسعه بازارها از سوی **شرکت بین المللی تاوریژ بلبرینگ** تهیه و تدارک ، ترجمه، تدوین و انتشار می یابند.

رویکردهای اصلی از این اقدام ، کمک و یاری رسانیدن به عموم استفاده کنندگان محصولات نهایی و ارتقای سطح بهره برداری های بهینه و حداکثری از محصولات عرضه شده از سوی **شرکت بین المللی تاوریژ بلبرینگ** میباشد. مقالات انتخابی عمدتا بر اساس پاسخگویی به نیازمندیهای جمع آوری شده از عموم استفاده کنندگان و از منابع معتبر بین المللی برگزیده و پس از ترجمه و ویرایش، تدوین و انتشار می یابند.

[2] مقاله حاضر از مجموعه سلسه انتشارات تخصصی شرکت **FAG** انتخاب و برای استفاده کنندگان و علاقمندان تهیه و با اندک اضافات تبینی ، ترجمه و تدوین گردیده است ؛ مقاله مورد استناد حاوی نکته های ریز و پر اهمیتی است که امید است که عموم استفاده کنندگان آنرا مفید و موثر پیدا کنند.

داده های مفروض عملیاتی :

توان نامی الکتروموتور، هزار و هشتصد کیلووات (1,800 kW) ؛ سرعت چرخشی موتور ، هفتصدو پنجاه دور در دقیقه ($n = 750\ min^{-1}$) ؛ بار شعاعی وارده به موتور ، سه و نیم کیلو نیوتن $F_r = 3.5\ kN$ ؛ آرایش یاتاقانی بِرینگ ها بصورت های عمودی .

انتخاب بِرینگ

بار محوری ناشی از وزن روتور و نیروهای متغییر وارده از دو فَن پروانه نصب شده در قسمت های تحتانی و فوقانی و نیز بتبع آنها از نیروهای رانشی وارده از این پروانه فن ها، به مقدار صد و سی کیلو نیوتن (130 kN) ، می باشد. بار وارده مورد اشاره ، توسط یک بِرینگ کف گرد نصب شده در بخش فوقانی تحمل می شود.

بارهای وارده شعاعی بر روی موتورهای عمودی ، صرفا بارهای هادی کننده هستند؛ میزان اینگونه بارها بسیار اندک و منشاء آنها عمدتا ناشی از فشارهای نا متعادل مغناطیسی و نیز بار نامتعادل وارده از روتور می باشد. در مثال داده شده بار شعاعی برای هر یک از برینگ ها به میزان سه و نیم نیوتن (3.5 kN) است. اگر مقادیر دقیق این نیروها مشخص نباشد ، میزان آنها را می توان با یک میزان ضریب اطمینان بالا و از احتساب نمودن نصف وزن اعمال شده روتور بصورت بار شعاعی نسبت به گرانیگاه روتور بدست آورد.

بِرینگ پشتیبانی کننده فوقانی ، یک رولر بِرینگ بشکه ای کف گرد تیپ FAG 29260E.MB است[۳]. هدایت میزان انحراف شعاعی ، توسط یک بلبرینگ شیار عمیق تیپ FAG 16068M نصب شده بر روی همان شفت بصورت یک پشتیبانی کننده ، جبران می گردد بترتیبی که با نصب آن، حتی نیروهای وارده محوری مخالف بر روی روتور هم تعدیل می یابند. هدایت انحراف محوری، هم در امر انتقال و هم برای منظور نصب، همینطور در موارد دور آرام موتور لازم و ضروری است. در چنین شرائطی ، جریان معکوس هوایی می تواند مسبب بار محوری و چرخش معکوس را موجب گردد. جابجائی محوری در حد یک میلیمتر (1 mm) و جهت آن رو به بالا می باشد و بر این اساس رولربرینگ بشکه ای کف گرد از سر جای خود حرکت نمی کند. فنر های تعبیه شده در بخش تحتانی واشر محفظه (با بار فنری (6 kN) ، اطمینان های لازم از تماس مستمر در بِرینگ بدست می دهند.

در موقعیت بخش تحتانی یاتاقان ، میزان انحراف شعاعی توسط یک بلبرینگ شیار عمیق FAG 6340M جبران می شود؛ این بلبرینگ با یک انطباق لغزشی بمثابه یک بِرینگ شناور نصب و عمل می نماید. با عنایت به اینکه بمقدار اندکی تحت بارگذاری ها قرار می گیرد این میزان بار وارده با پیش بارگذاری حاصل از عملکرد فنرهای تعبیه شده بمیزان 3 kN جبران میگردد.

ابعاد برینگ ها

میزان تحمل بار دینامیکی رولر برینگ بشکه ای کف گرد به شماره فنی FAG 29260E.MB بمیزان هزار

---

[۳] لازم باشاره است که برای حفظ امانت در ترجمه در هر یک از مقالات ، بِرَند و سازنده اصلی بِرینگ های مورد اشاره بهمان ترتیبی که در اصل مقالات قید گردیده آورده شده است ؛ **امور پشتیبانی مهندسی شرکت بین المللی تاویژ بلبرینگ** ، آمادگی کامل آنرا دارد تا نسبت به تولید انواع برینگ های مورد اشاره با بهره گیری از پیشرفته ترین تجهیزات و تکنولوژی های در اختیار در کارخانه تولیدی خود واقع در شهرک صنعتی آخولا و یا تامین معادل دقیق آنها از سازنده اصلی یا دیگر سازندگان هم تراز معتبر بصورت های تضمین صد در صد و اقتصادی در زمانبندی های مورد توافق مبادرت نماید.

و چهار صد و سی کیلو نیوتن ($C = 1430$ kN) می باشد. برای رولر بِرینگ ها ، شاخص تنش دینامیکی وارده $f_L = 4.3$ با در نظر گرفتن بار محوری $F_a = 130$ kN که ضریب فاکتور سرعت $f_n = 0.939$ در سرعت چرخشی هفتصد و پنجاه دور در دقیقه ($n = 750$ min^{-1}) محاسبه می گردد. مقدار عمر اسمی برابر با $L_n = 65{,}000$ ساعت می باشد.

بر پایه ویسکوزیته ν روغن روانکاری (با کلاس ویسکوزیته ISO VG150) در درجه حرارت 70 °C ، ویسکوزیته نامی ν_1 و ضرایب K_1 و K_2 با حدود میزان پایه سه (3) مشخص میگردد. عمر قابل دسترسی L_{hna} بلبرینگ کف گرد بیشتر و بالاتر از یکصد هزارساعت (100,000 hours) می باشد که با این احتساب برای منظور مشخص شده کاملا کفایت می کند. دو عدد بِرینگ شعاعی بکار گرفته شده بدلیل ابعاد در نظر گرفته شده به آنها برای تحمل میزان وارده تنش دینامیکی $f_L>6$ نیازمندی ها را تامین می کند.

تلرانس های ماشینکاری :

موقعیت یاتاقانی فوقانی

رولربرینگ بشکه ای کف گرد : شفت k5 ؛ محفظه نشیمن E8

بلبرینگ شیار عمیق : شفت k5 ؛ محفظه نشیمن H6

موقعیت یاتاقانی تحتانی

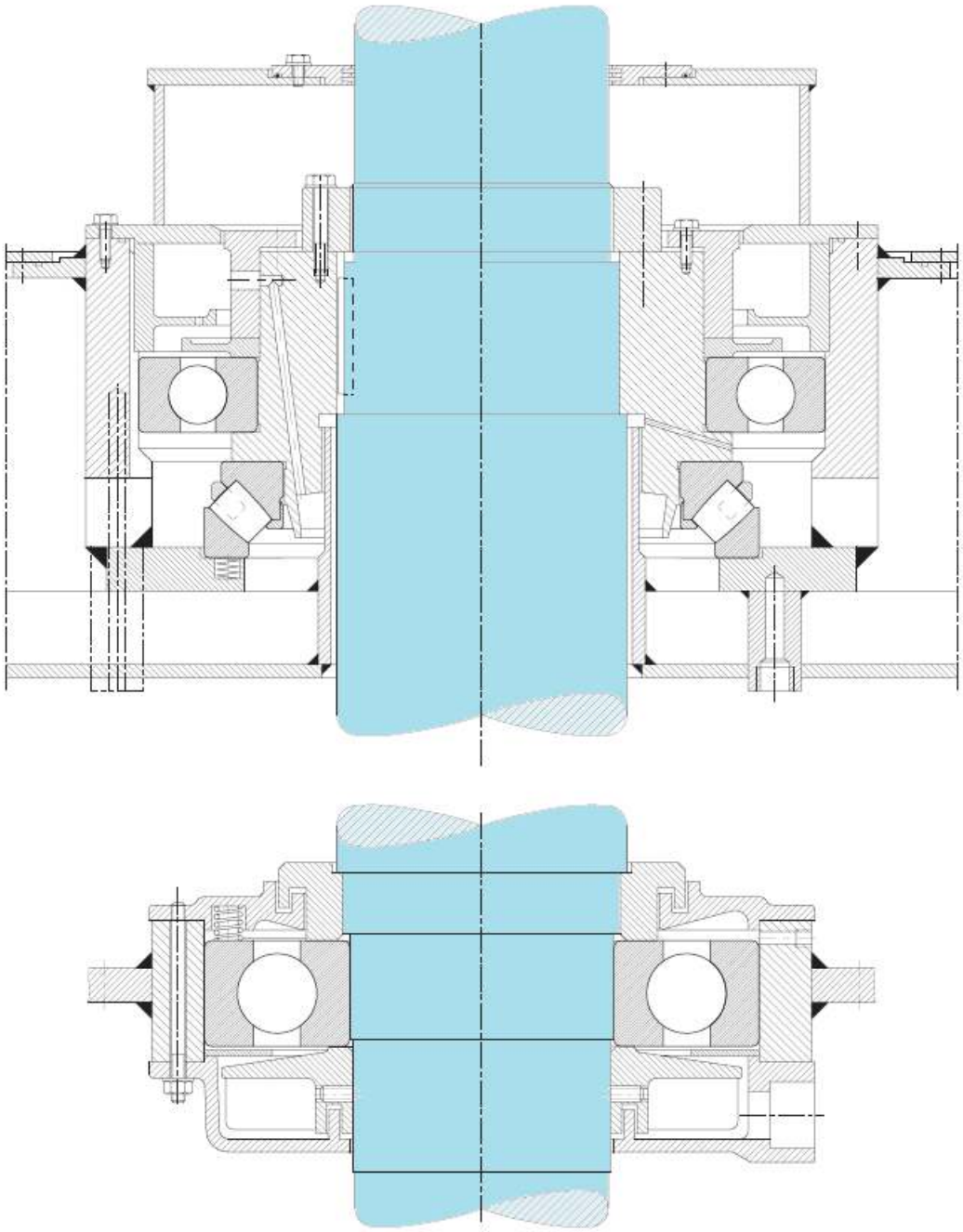
بلبرینگ شیار عمیق : شفت k5 ؛ محفظه نشیمن H6

روغنکاری :

روانکاری بِرینگ های کف گرد و شعاعی واقع در سمت بالایی یاتاقان ، با روغن روانکاری می گردند.

رولر برینگ کف گرد بشکه ای در یک محفظه روغنی واقع است که بدلیل طرح نامتقارن رینگ های داخلی و خارجی بطور اتوماتیک از سیال روانکاری چرخشی از سمت رینگ داخلی بطرف رینگ خارجی را موجب میگردد. یک تغذیه کننده یا فیدر مخروطی مانند، از مسیر روغنکاری زاویه دار روغن را به بِرینگ فوقانی منتقل می سازد. یک رینگ قفل کننده بهمراه یک رینگ لبه دار ، اطمینان های لازم از روغن رسانی ها در جریان شروع بکاری را بدست می دهد.

بِرینگ تحتانی ، با بر قراری تمهیدات روانکاری مجدد با استفاده از یک گریس خود و با استفاده از گریس روانکاری می شود. درپوش های مورد استفاده برای هر دو بِرینگ از انواع درپوش های لایه ای پیچاپیچ میباشد.



آرایش یاتاقانی در یک موتورِ پمپ معدنی عمودی