

اهمیت روانکاری دنده های باز

مهندس عباس ناصری

دنده های باز، تجهیزات انتقال دهنده نیرو از یک محور به محور دیگر هستند که نسبت به انواع بسته، دارای ابعاد بزرگتر و طراحی پیچیده تری می باشند. صنایع سیمان، فرآوری مواد خام، معادن، بالاخص معادن تولید ذغال سنگ، کارخانه های کاغذ سازی، صنایع تولید کمپوست و کود، از جمله کارخانه هایی هستند که دنده های باز را به میزان وسیعی در دستگاه هایی نظیر کوره های دوار، انواع آسیاب های گلوله ای و میله ای، سیلندرهای گردشی و سیلندرهای خشک کن مورد استفاده قرار می دهد.

نوع عملیات دنده های باز و تجهیزاتی که از دنده های باز استفاده می کنند به گونه ای است که گمان نمی رود در آینده نزدیک بتوان جایگزینی را برای آنها پیدا کرد. از آنجایی که صنایع تولید کننده سیمان از بزرگترین کارخانه هایی هستند که نیاز مبرم به دنده های باز دارند، مقاله حاضر در کنار ارائه توضیحات عمومی پیرامون مشخصات دنده های باز، از مثال هایی که مرتبط با صنعت سیمان باشد، بهره می جوید.

اطمینان از کارکرد عملیاتی مطمئن دنده های باز و روانکاری آنها، مستلزم شناخت جامع و احاطه کامل از نحوه فعالیت و مشخصات دنده های باز می باشد. چرخ دنده های کوره های دوار و آسیاب های استوانه ای، عموماً از لحاظ طراحی بسیار مشکل و از بعد عملیاتی دارای سرعت کم هستند، سرعت متوسط آسیاب ها معمولاً 6 m/s الی 10 m/s و کوره ها $3/0 - 5/2 \text{ m/s}$ است. سایر مشخصات کلی چرخ دنده ها عبارتند از: گشتاور خروجی بالا و فاصله مرکزی زیاد، اندازه های ابعادی متوسط تا زیاد و پهنای نسبتاً بالایی دندانه ها که گاهی به 120 سانتی متر می رسد.

امروزه طراحی دنده های باز به گونه ای صورت می گیرد که بدون بزرگتر کردن ابعاد چرخ دنده، تعداد دندانه ها افزایش خواهد یافت. در نتیجه شرایط درگیر شدن داخلی و نسبت تماس دندانه ها و نیز توانایی تحمل بار آنها بهبود می یابد. نوع دندانه ها می تواند ساده و یا مارپیچی باشد، اما در هر صورت، اصل مهم ایجاد نسبت تماس بالاتر، تماس ملایم تر دندانه ها و ایجاد آلودگی صوتی کمتر در حین کار خواهد بود. با تغییراتی که در طراحی دنده های باز صورت گرفته است امکان انتقال نیروی 7000 KW ، برای سیستم های دو پینیون و بالاتر امری متداول محسوب می شود.

یکی از معایب بزرگ دنده های باز نسبت به دنده های بسته این است که رینگ دنده و پینیون توسط یاتاقان های جداگانه حرکت می کنند که باعث می شود هنگام نصب و

تنظیم قطعات چرخ دنده، مشکلاتی ایجاد شود. تغییرات بار، تولرانس های ایجاد شده هنگام تولید و مونتاژ و نیز جا به جایی کوره در اثر تغییرات دمایی، اغلب موجب برهم خوردن تعادل سیستم خواهند شد. این امر مشکلاتی را در توزیع یکنواخت بار بر عرض داندانه ها بوجود خواهد آورد که اولین اثر آن به صورت سایش و حفره دار شدن موضعی شدید در داندانه ها نمود پیدا می کند.

تمهیدات اعمال شده در سالیان اخیر، با تغییراتی چند نظیر بهبود جنس داندانه های پینیون و استفاده از آلیاژهای سخت، فلزاتی مانند فولاد، کروم، نیکل و مولیبدن، کم کردن عرض پینیونها و تبدیل قسمت های منحنی شکل به خطوط مستقیم و ایجاد قابلیت انحراف در پینیون ها به منظور هماهنگی بیشتر پینیون با حرکت رینگ دنده، بخش زیادی از خطاهای تنظیم و عدم بالانس بودن مجموعه دنده، برطرف گردیده است. تنظیم بهتر سیستم به معنای توزیع بهینه تر بار، تحت شرایط مختلف عملیاتی و نسبت تماس بالاتر می باشد و بالطبع آسیب های احتمالی داندانه، کمتر خواهد شد.

اگر سطوح داندانه های در حال تماس، به طور کامل توسط فیلمی از روانکار از هم جدا شوند، می توان تا حد بسیار زیادی از آسیب های سطحی ناشی از سایش جلوگیری کرد، اما در اغلب موارد، این امر بعلت سرعت نسبتاً کم محیطی، فشار سطحی بسیار بالا و زبری نسبتاً شدید داندانه ها غیر ممکن است. این، بدان معناست که دنده های بزرگ عموماً تحت شرایط اصطکاک مختلط فعالیت می کنند. به همین دلیل روانکاری مرزی اهمیت دو چندان می یابد. در این صورت نوع روانکار و فرآیند روانکاری نیاز به تکنولوژی پیچیده ای خواهد داشت.

روانکارهای چسبنده با روغن پایه مناسب و دارای ویسکوزیته مطلوب، به کارگیری ادتیو EP، استفاده از تغلیظ کننده مخصوص و نیز بهره گیری از روان کننده های جامد، حداکثر کارایی را در دنده های باز از خود نشان داده اند. انتخاب نوع فرآیند روانکاری و روش به کارگیری روانکار بر روی سطح داندانه، از نقطه نظر تکنولوژی روانکاری، حائز اهمیت است. هنگام برگزیدن روش روانکاری، بسیار مهم است که بررسی شود آیا امکان ارسال مقدار کافی از روانکار به سطح مورد نظر تحت بار وجود دارد یا نه؟ هم چنین جامد یا سیال بودن روانکار از درجه اهمیت به سزایی برخوردار بوده و تاثیر مستقیمی بر نحوه خوراک دهی سیستم دارد.

روش های روانکاری

بطور کلی، دو روش روانکاری وجود دارد: روانکاری مداوم یا پیوسته و روانکاری متناوب. با هر یک از این دو روش، چندین متد کاربرد روانکار میسر می باشد.

روانکاری پیوسته به روش های غوطه وری (Immersion)، انتقالی (transfer) و گردش (circulation) صورت می پذیرد. در این نوع روانکاری، مقدار معینی از روانکار بی وقفه به ناحیه تماس دندانه ها و یا نقطه اصطکاک تزریق می شود.

یکی از مطمئن ترین روشهای به کارگیری روانکار برای رینگ دنده، روانکاری غوطه وری است که به کمک یک حمام روانکار انجام می شود. به منظور جلوگیری از اتلاف روانکار، پوشش چرخ دنده به خوبی آب بندی می شود. از مزایای این روش می توان تشکیل فیلم پایدار روانکار و جلوگیری از تماس دندانه ها و نیز عملیات ایمن و طولانی مدت دستگاه را نام برد. مصرف بالای روانکار و عدم امکان جلوگیری از آلودگی روانکار، از جمله معایب بزرگ این روش است.

روانکاری انتقالی، حالت خاص از روانکاری غوطه وری است که به جای حمام روانکاری، به کمک یک چرخ پره، روانکار را به سطوح دندانه های پینیون می رسانند. از بعد روانکاری، روش انتقالی، مزایای کمتری نسبت به غوطه وری دارد، اما در عین حال مصرف بهینه تر روانکار، برتری این روش نسبت به غوطه وری محسوب می گردد.

یکی دیگر از روش های روانکاری، روانکاری گردش است که روانکار توسط یک پمپ به سیستم منتقل می شود. مزیت اصلی این روش، عبور روانکار از یک فیلتر و جذب آلودگی های موجود است. هم چنین توزیع فیلم روانکار نسبت به روش غوطه وری، یکنواخت تر خواهد بود. روانکاری گردش زمانی مقرون به صرفه و مفید خواهد بود که پوشش چرخ دنده به خوبی آب بندی شده و از نفوذ بیش از حد آلودگی ها و ذرات گرد و غبار به داخل مخزن روانکار، تا حد امکان جلوگیری شود. پیچیده تر بودن فرآیند کاربرد و نیاز به تجهیزات بیشتر و همچنین هزینه تعمیرات و نگهداری بالاتر از معایب این روش محسوب می گردند.

روانکاری متناوب به معنای انجام فرآیند روانکاری در محدوده های زمانی معین می باشد. این نوع روانکاری، یکبار مصرف نیز گفته می شود و باعث صرفه جویی در هزینه های روانکار و تعمیرات و نگهداری خواهد شد. مشابه فرآیندهای پیوسته، روانکاری متناوب نیز به روش های گوناگونی انجام می گیرد، اما برای سیالات دنده های باز با تکنولوژی جدید، تنها دو روش کاربرد عملی و راندمان بالایی دارند: روانکاری دستی توسط سیستم اسپری و روانکاری اتوماتیک.

سیستم های اسپری بالاخص نوع اتوماتیک، به گونه ای طراحی شده اند که قابلیت فعالیت با یک روان کننده جامد و نیز روانسازهای نیمه سیال تا سیال را دارا باشند. به کمک یک پمپ اسپری و از طریق نازل هایی که دارای زاویه مخصوص نسبت به دندانه ها هستند،

روانکار به صورت یک فیلم نازک و کاملاً یکنواخت بر سطح دندان قرار می گیرد و بالاترین نسبت تماس و بهترین نرمی ممکن سطح را ایجاد می کند . بطور کلی، برتری طراحی های جدید با سیستم های اسپری اتوماتیک است .

تعیین مقدار روانکار

از آنجا که روانکارهای دنده باز دارای فرمولاسیون ویژه و تکنولوژی پیشرفته ای هستند و طبیعتاً از لحاظ قیمت بسیار بالا خواهند بود، لذا تعیین مقدار دقیق مورد نیاز برای عملیات روانکاری مطمئن ضروری می باشد . تجربیات و آزمایشات متعدد یک شرکت پیشرو در زمینه تولید روانکارهای دنده باز، نشان دهنده مقادیر تقریبی روانکار لازم برای بخش های مختلف و عملیات گوناگون است .

انتخاب عرض دندان به عنوان مرجع از این جهت صورت می گیرد که بهترین پارامتر ممکن برای محاسبه قدرت انتقال ویژه دستگاه شناخته می شود . اما در هر صورت مقدار روانکار باید به میزانی باشد که سطح دندان را کاملاً بپوشاند .

وظایف روانکار

مهم ترین وظیفه یک روانکار دنده باز، جلوگیری از تماس فلز با فلز و کاهش اصطکاک است . سایر وظایف مهم آن عبارتند از : محافظت دندان در برابر خوردگی و سایش، افزایش تحمل بار دینامیک سیستم، جلوگیری از آسیب هایی مانند خراش یافتگی، حفره دار شدن، نرمی سطح دندان ها و افزایش نسبت تماس .

برای حصول به موارد فوق، یک روانکار مناسب باید دارای خصوصیات ویژه ای نظیر عاری بودن از هر گونه حلال، قیر، فلزات سنگین و کلر، رفتار مناسب در دماهای گوناگون، خطر خود اشتعالی پایین، اتلاف بسیار کم ناشی از تبخیر و دفع آسان روانکار کارکرده از سطح دندان ها باشد .

چنانکه گفته شد، عملیات دنده های باز پیچیده و منحصر بفرد است و همین موضوع، موجب می گردد که از زمان شروع به کار یک چرخ دنده تا هنگامی که به منظور تعمیرات متوقف می گردد، روانکارهای گوناگونی مورد نیاز باشد . عموماً مراحل روانکاری دنده های باز به بخشهای پیش شروع (Pre-Starting) ، راه اندازی (Running-in) ، عملیاتی (Operating) و تعمیرات (Repairing) تقسیم بندی می شود و هر مرحله نیاز به روانکار مخصوصی دارد، اما این روانکارها به گونه ای طراحی می شوند که با روانکارهای سایر مراحل سازگار بوده و نیازی به تخلیه نداشته باشند . در این بین روانکاری پیش شروع و تعمیرات در عین کوتاه بودن مدت کارکرد، از درجه اهمیت بالایی برخوردارند .

روانکاری پیش شروع، عموماً از روانکارهای با گرید یک استفاده می کنند و وظیفه اصلی آنها کمک به تنظیم پینیون و جلوگیری از آسیب های شدید ناشی از خشک کارکردن دستگاه است. روانکاری تعمیرات نیز به منظور جایگزینی برای روش های معمول مکانیکی نظیر سنگ زنی و تراشکاری ابداع شده است و به وسیله این روش می توان صدمات شدید دندانه ها را مرمت و از گسترش خسارت های ثانویه جلوگیری کرد. البته روانکارهای تعمیرات قادر به مرمت صدماتی نظیر تیز شدن رئوس و کناره های دندانه، صاف شدن سطوح محدب و سایش در منتهی الیه دندانه با چرخ نمی باشد و کما کان فرآیندهای مکانیکی در این موارد کارآیی موثرتری خواهند داشت.

مهم ترین مزیت روانکاری تعمیرات، مرمت بهتر صدمات و توقف بسیار کمتر دستگاه و در نتیجه کاهش هزینه های تعمیرات و نگهداری می باشد.

عمر مفید روانکارهای دنده باز

پارامترهای گوناگونی نظیر نوع و درصد تغلیظ کننده، میزان روانساز جامد، ویسکوزیته روغن پایه و مقدار ادتیو EP موجود در روانکار بر عمر مفید روانکارهای دنده باز اثرگذار هستند. به جز موارد یاد شده، می توان عوامل زیر را نیز که بر مدت زمان کارکرد این روانکارها تاثیر دارند، نام برد: میزان ذرات موجود ناشی از سایش فلز در روانکار، مقدار آب موجود در روانکار، دمای عملیاتی دستگاه، میزان آلودگی سیستم توسط گرد و غبار، ذرات شن و زمان سپری شده از هنگام تولید روانکار تا مصرف.

با در نظر گرفتن موارد یاد شده، یک روانکار دنده باز تولید شده از ترکیبات مناسب که در شرایط معمول عملیاتی کار می کند، دارای عمر مفیدی در حدود 7 هزار ساعت است.

نکته قابل ذکر در روانکاری دنده های باز این است که قبل از انتخاب هر نوع روانکار یا فرآیند روانکاری، مشاوره با متخصصان مربوطه ضروری است. چرا که مقوله دنده های باز بسیار پیچیده بوده و هر گونه اهمال در این زمینه، موجب ایراد صدمات جبران ناپذیر به کل سیستم خواهد شد. از آنجا که دنده های باز در قسمت هایی از کارخانه مورد استفاده قرار می گیرند که در اصطلاح قلب واحد محسوب می شوند، توقف دنده های باز باعث توقف کل کارخانه و افزایش هزینه های هنگفت مالی و کاهش سودآوری شرکت خواهد شد. گذشته از این هزینه تعمیرات دنده های باز سرسام آور است.