

کد مقاله: SBI-CLA-0013

بسمه تعالی

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۴/۰۲



شبکه بلبرینگ ایران

بررسی راهکارهای کاهش وزن بیرینگ‌های غلتشی

دپارتمان تحقیق و توسعه

چکیده:

با پیشرفت صنعت هوا-فضا و رشد صنعت تولید خودروهای الکتریکی استفاده از بیرینگ‌های سبکتر روزبه‌روز افزایش پیدا کرده است و تولیدکنندگان بیرینگ نیز به طور مداوم در حال تلاش برای تولید بیرینگ‌های سبکتر هستند. در این مقاله برخی از راهکارهای اتخاذ شده در طراحی و ساخت بلبرینگ‌های سبک مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. از جمله تغییر در جنس قفسه و یا تغییر در هندسه آن، استفاده از رینگ‌های سیمی شکل، استفاده از بیرینگ‌های هیبریدی و بیرینگ‌های پلیمری بررسی شده‌اند و مزایا و محدودیت هر یک از این راهکارها تبیین شده است.

کلمات کلیدی:

بیرینگ‌های پلیمری، بیرینگ‌های سبک، بیرینگ‌های هیبریدی، رینگ‌های سیمی شکل، قفسه پلی آمیدی.

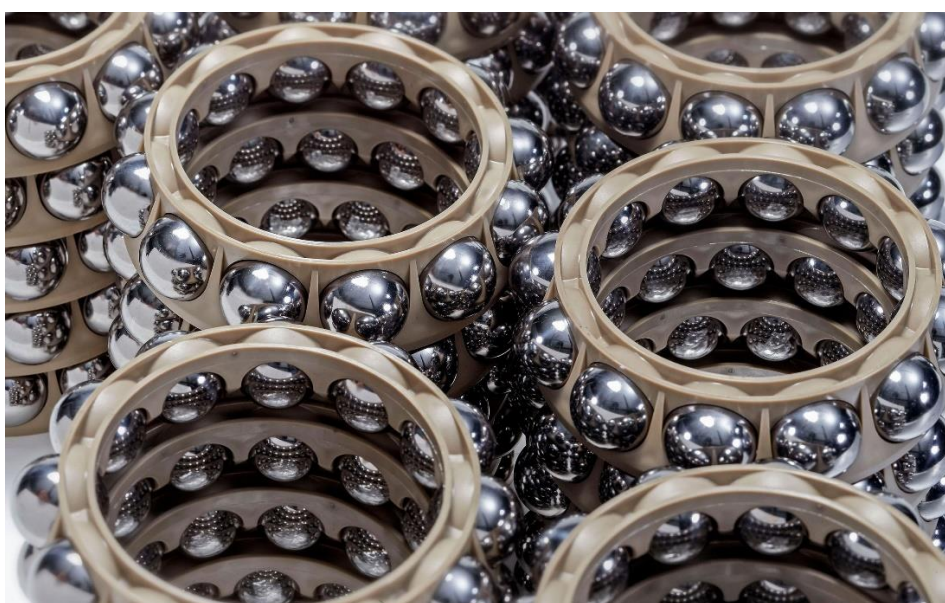
۱- مقدمه

استفاده از بیرینگ‌های سبکتر همواره مورد توجه طراحان ماشین‌آلات متحرک بوده است. این مسئله به خصوص در صنعت هوا-فضا از اهمیت مضاعفی برخوردار است. یکی دیگر از صنایعی که تمرکز زیادی بر استفاده از بیرینگ‌های سبک در آن وجود دارد، صنعت تولید خودروهای الکتریکی است. زیرا هر چه این خودروها سبکتر باشند، انرژی لازم برای جابه‌جا کردن آن‌ها کمتر است و این به معنی حرکت مسافت بیشتر با هر بار شارژ باتری است. بنابراین امروزه با توجه بیشتر به تولید خودروهای الکتریکی، طراحی و تولید بیرینگ‌های سبکتر نیز مورد توجه قرار گرفته است و شرکت‌های مطرح تولیدکننده بیرینگ به رقابت گسترده در این حوزه می‌پردازند.

در این مقاله برخی از راهکارهای رایج کاهش وزن بیرینگ‌های غلتشی مورد بررسی قرار می‌گیرند و در خصوص مزایا و محدودیت هر یک از این راهکارها بحث می‌گردد.

۲- کاهش وزن قفسه

یکی از راهکارهای کاهش وزن بیرینگ‌ها، کاهش وزن قفسه آن‌ها است. یک گزینه مناسب می‌تواند استفاده از قفسه‌های پلی‌آمیدی باشد. این قفسه‌ها که نمونه آن‌ها در شکل شماره ۱ نشان داده شده است، اغلب به روش قالب‌گیری تزریقی (injection molded) تولید و با الیاف شیشه تقویت می‌شوند [۱].



شکل ۱- قفسه‌های پلی‌آمیدی

قفسه‌های پلی‌آمیدی علاوه بر سبک‌تر بودن، باعث کاهش صدای کارکرد بیرینگ هم می‌شوند. اما مهم‌ترین محدودیت این قفسه‌ها در تحمل دماهای بالا است. زیرا با افزایش دما، قفسه‌های پلی‌آمیدی تغییر شکل می‌دهند و در نهایت ذوب می‌شوند [۱].

در بین قفسه‌های فولادی هم، قفسه‌های پینی شکل که یک نمونه از آن‌ها در شکل شماره ۲ نشان داده شده است، سبک‌تر از سایر قفسه‌ها هستند. قفسه‌های فولادی پینی شکل، اغلب در رولربیرینگ‌های سایز بالا مورد استفاده قرار می‌گیرند. این قفسه‌ها معمولاً از دو عدد رینگ و بخش‌های پینی شکل تشکیل شده‌اند که قسمت‌های پینی شکل قفسه از مرکز غلتک‌ها عبور می‌کند [۲].



شکل ۲- یک نمونه از بیرینگ دارای قفسه پینی شکل

به دلیل شکل خاص قفسه‌های پینی شکل، وزن آن‌ها نسبت به سایر انواع قفسه‌های فولادی سبک‌تر است. ولی مهم‌ترین مزیت این نوع قفسه‌ها، فراهم نمودن امکان قرارگیری تعداد غلتک بیشتر در داخل بیرینگ می‌باشد که این امر در خصوص رولربیرینگ‌های سایز بالا از اهمیت قابل توجهی برخوردار است [۲].

۳- استفاده از رینگ‌های سیمی شکل

یکی از راهکارهای کاهش وزن بیرینگ‌ها استفاده از رینگ‌های سیمی شکل به جای رینگ‌های عادی است. این رینگ‌ها از فولاد سیلیکون- کرومی تولید شده‌اند و تحت سخت کاری و تمپرینگ قرار گرفته‌اند. در این بیرینگ‌ها که یک مدل برش خورده آن در شکل شماره ۳ نشان داده شده است، چهار رینگ سیمی شکل از طرفین، مجموعه ساچمه‌ها و قفسه را در بر می‌گیرند. بنابراین این بیرینگ‌ها در عمل حالت یک بلبیرینگ دارای چهارنقطه تماس را دارند؛ اما در مقایسه با بلبیرینگ‌های دارای چهارنقطه تماس عادی وزن بسیار کمتری دارند [۳].



شکل ۳- یک مدل برش خورده از بیرینگ دارای رینگ‌های سیمی شکل

۴- استفاده از بیرینگ‌های هیبریدی

منظور از بیرینگ‌های هیبریدی که مدل برش خورده دو نمونه از آن‌ها در شکل شماره ۴ نشان داده شده است، بیرینگ‌هایی هستند که رینگ داخلی و خارجی آن‌ها از جنس فولاد و جنس غلتک‌های آن‌ها سرامیکی است. غلتک‌های سرامیکی وزن کمتری نسبت به غلتک‌های فولادی هم‌اندازه خود دارند، زیرا دانسیته سرامیک به کاررفته در آن‌ها به طور متوسط ۴۰ درصد کمتر از دانسیته فولاد رایج در تولید غلتک‌های بیرینگ‌های معمولی است [۴].



شکل ۴- دو مدل برش خورده از بیرینگ‌های هیبریدی

علاوه بر سبکتر بودن، غلتک‌های سرامیکی مزایای دیگری هم نسبت به غلتک‌های فولادی دارند که برخی از آن‌ها عبارتند از:

* ضریب انبساط حرارتی کوچک، حدوداً ۲۹ درصد فولاد؛

* مدول الاستیسیته بزرگ، حدوداً ۱۵۱ درصد فولاد؛

* سختی بیشتر نسبت به فولاد؛

* تولید اصطکاک کمتر نسبت به فولاد؛

* تحمل بهتر دماهای بالا و حفظ سختی در دماهای بالا در مقایسه با فولاد؛

* مقاومت در برابر خوردگی شیمیایی؛

* عایق الکتریکی [۴].

در حال حاضر، یکی از اصلی‌ترین محدودیت‌های بیرینگ‌های هیبریدی قیمت نسبتاً بالای آن‌ها است.

۵- استفاده از بیرینگ‌های پلیمری

منظور از بیرینگ‌های پلیمری که نمونه‌های آن در شکل شماره ۵ نشان داده شده است، بیرینگ‌هایی هستند که رینگ داخلی و خارجی آن‌ها از جنس پلیمر ساخته شده‌اند. غلتک‌های این بیرینگ‌ها ممکن است از جنس فولاد و یا حتی شیشه باشند. از آن‌جا که پلیمر چگالی بسیار کمتری نسبت به فولاد دارد، بیرینگ‌های پلیمری نسبت به بیرینگ‌های معمولی سبکتر هستند [۵].



شکل ۵- بیرینگ‌های پلیمری

اما بیرینگ‌های پلیمری مزایای دیگری هم نسبت به بیرینگ‌های فولادی دارند که برخی از آن‌ها عبارتند از:

- * مقاومت در برابر مواد شیمیایی خورنده
- * مقاومت در برابر سایش
- * مقاومت مناسب در برابر خستگی
- * خود-روانکاری (نیازی به استفاده از روانکار ندارند)
- * ضریب اصطکاک پایین

* تولید صدای کمتر

* پایداری ابعادی بالا به دلیل تمایل کم به خزش

* هزینه های پایین در طول عمر کاری

* ایزولاسیون الکتریکی [۵]

اصلی ترین محدودیت بیرینگ‌های پلیمری، مقاومت پایین در برابر بارهای سنگین است.

۶- بحث و نتیجه گیری

همان طور که پیش تر اشاره شد، طی سال‌های اخیر و با پیشرفت صنعت هوا-فضا و رشد صنعت تولید خودروهایی الکتریکی، استفاده از بیرینگ‌های سبکتر روزبه‌روز افزایش پیدا کرده است و تولیدکنندگان بیرینگ نیز به طور مداوم در حال تلاش برای تولید بیرینگ‌های سبکتر هستند.

در این مقاله برخی از راهکارهای اتخاذ شده در طراحی و ساخت بلبرینگ‌های سبک مورد بررسی قرار گرفتند. به عنوان مثال نشان داده شد که با تغییر در جنس قفسه و یا تغییر در هندسه آن، می‌توان وزن بیرینگ‌ها را کاهش داد. همچنین راهکارهایی از قبیل استفاده از رینگ‌های سیمی شکل، بیرینگ‌های هیبریدی و بیرینگ‌های پلیمری نیز مورد بررسی قرار گرفت.

هر چند راهکارهای کاهش وزن بیرینگ‌ها محدود به موارد ذکر شده در این مقاله نیستند، ولی آن چه در این مقاله بیان شد، می‌تواند دیدگاهی مناسب در خصوص استراتژی‌های کاهش وزن بیرینگ‌ها ایجاد کند.

منابع:

۱- دپارتمان تحقیق و توسعه شبکه بلبرینگ ایران (۱۳۹۶)، «مروری بر پیر شدن قفسه‌های پلیمری در بیرینگ‌های غلتشی»، کد مقاله: SBI-FAI-0004.

[2] <https://www.bearingnet.ir>, آشنایی با-قفسه-های-فولادی-پینی-شکل, Date of access:2023.06.18.

[3] <https://www.frankebearings.co.uk/wire-race-bearings>, Date of access:2023.06.18.

۴- دپارتمان تحقیق و توسعه شبکه بلبرینگ ایران (۱۴۰۱)، «بررسی راهکارهای اتخاذ شده در طراحی و ساخت بلبرینگ‌های سرعت بالا»، کد مقاله: SBI-CLA-0012.

[5] <https://www.skf.com/group/industries/food-and-beverage/products-and-solutions/polymer-bearings>, Date of access:2023.06.18.