جنس بیرینگ‌های ژورنال

در مورد بیرینگ‌های غلتشی، جنس رینگ‌های داخلی و خارجی و اجزا غلتشی آن معمولاً از فولاد آلیاژی می‌باشد که آلیاژهای آن بسته به ساختمان و کاربرد بیرینگ انتخاب می‌شوند. به عنوان مثال در بیرینگ‌هایی که در محیط‌های خورنده کاربرد دارند از فولادهای زنگ نزن کرومی یا کروم – مولیبدنی استفاده می‌کنند یا بیرینگ‌هایی که نیاز است در دماهای بالا کار کنند بایستی تحت عملیات حراراتی مخصوص قرار گیرند. فولادهای سخت کاری سطحی شده با ۱۵٪ کربن و فولادهای سخت کاری عمقی شده با ۰.۱۵ ٪ کربن از معروفترین فولادهای استفاده شده در ساخت بیرینگ‌ها می‌باشند. در مورد بیرینگ‌های غلتشی از آنجا که قفسه‌ها (Cage) تحت بارهای مختلف قرار گرفته و با مواد شیمیایی گوناگون تماس دارد انتخاب آن از اهمیت خاصی برخوردار است. متداولترین قفسه‌ها از لحاظ جنس شامل قفسه‌های پلی آمیدی(فیبری)، قفسه‌های فولادی و قفسه‌های برنجی می‌باشد. علاوه بر این قفسه‌های ویژه‌ای از جنس پلاستیک‌های مخصوص، آلیاژهای سبک و چدن‌های مخصوص نیز در بعضی کاربردها ممکن است تولید شوند. در مورد ژورنال بیرینگ‌ها بسته به نوع کار و بارگذاری روی بیرینگ، جنس استفاده شده در آنها می‌تواند محدوده وسیعی از آلیاژهای فلزی را شامل شود. مواد تشکیل دهنده بیرینگ‌های ژورنال نقش مهمی در ساخت آن ایفا می‌کند. این اهمیت در زمان شروع روانکاری هیدرودینامیکی و در زمان تماس فلز با فلز یا روانکاری مرزی یا هیدرواستاتیکی بیشتر احساس می‌شود. مواد تشکیل دهنده ژورنال بیرینگ‌ها در شرایط ایده‌آل باید دارای خواص زیر باشند:

۱- مدول الاستیک کم و انعطاف پذیری به منظور انطباق با فشارهای بالا ناشی از ناهم‌محوری و جابجایی شفت
۲- قابلیت جا دادن یا تورفتگی‌های ملایم که به ذرات خارجی این امکان را بدهد که روی سطح خارجی ژورنال نشینند و از سایش ژورنال جلوگیری کنند.
۳- استحکام برشی پایین جهت پرداخت آسان سطوح سخت
۴- استحکام فشاری و مقاومت خستگی کافی جهت تحمل بار اعمال شده به ژورنال در تمام شرایط کاری
۵- رسانایی گرمایی مناسب جهت پخش گرمای اصطکاک و ضریب پخش گرمایی خوب
۶- مقاومت مناسب در برابر خوردگی، روانکاری و محصولات موتورهای احتراق

تغییرات در شرایط عملیاتی و تقاضاهای بیشتر در به کارگیری بیرینگ‌های ژورنال سبب شده است تا جنس بیرینگ بهبود داده شود. بیرینگ‌های جدار ضخیم که غالباً در توربوماشین‌ها به کار برده می‌شود در بیشتر موارد دارای پوسته فلزی با لایه نسبتاً ضخیم بابیت هستند (20-50 mils). اساساً بابیت مورد استفاده در این بیرینگ‌ها، بابیت با پایه قلع است چرا که این نوع بابیت دارای ویژگی ضد گیرپاژ عالی، مقاومت در برابر خوردگی، مطابقت و کارگذاری یا جاسازی مناسب می‌باشد. در جدول ۱ و ۲ مشخصات و ترکیب چند نمونه بابیت آمده است.

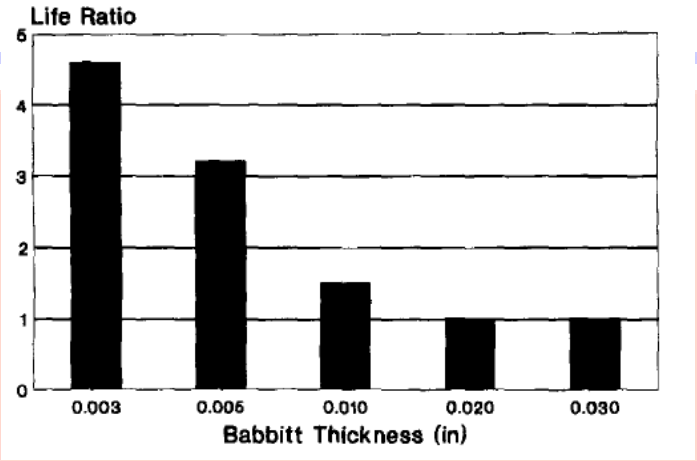
BASAMAD

جدول ۱: مشخصات و ترکیب چند نمونه بابیت

Alloy grade No.[b]	Nominal composition, percent				Yield point,[c] psi		Ultimate tensile strength in compression,[d] psi		BHN	
	Sn	Sb	Pb	Cu	68 F	212 F	68 F	212 F	68 F	212 F
1	91	4.5	....	4.5	4,400	2,650	12,850	6,950	17.0	8.0
2	89	7.5	....	3.5	6,100	3,000	14,900	8,700	24.5	12.0
3	84	8.0	....	8.0	6,600	3,150	17,600	9,900	27.0	14.5
7	10.0	15.0	75.0	...	3,550	1,600	15,650	6,150	22.5	10.5
8	5.0	15.0	80.0	...	3,400	1,750	15,600	6,150	20.0	9.5
13	6.0	10.0	Rem.							
15[e]	1.0	16.0	Rem.	...	....	....	....	....	21.0	13.0

بابیت‌ها انعطاف پذیری عالی دارند اما مقاومت فشاری و حد خستگی آنها به ویژه در دمای کمتر از ۷۷ درجه سانتیگراد پایین است و به ندرت در دمای بالاتر از ۱۲۱ درجه سانتیگراد استفاده می‌شوند. همان گونه که در شکل ۱ نشان داده شده است، مقاومت در برابر خستگی در بابیت‌های پایه قلع به‌خصوص زمانی که در ضخامت 10 mils و بالاتر به کاربرده شوند بسیار ضعیف است. اگر چه در توربوماشین‌ها معمولاً به خاطر وزن روتور، بار پایدار و یکنواختی بر بیرینگ اعمال می‌شود ولی نابالانسی موجود در بیشتر روتورها و سرعت بالای کاری در این ماشین‌ها یک بار دینامیکی روی بیرینگ به وجود می‌آورد که می‌تواند باعث شکست ناشی از خستگی در بابیت شود. با بهبود فیلتراسیون در سیستم روانکاری از یک سو و نیاز به در سرویس بودن توربوماشین‌ها برای یک بازه طولانی بین تعمیرات‌های اساسی از سوی دیگر، اهمیت جاسازی یا Embedability را در این بیرینگ‌ها کاهش داده و در عوض اهمیت مقاومت خستگی را افزایش داده است. این به آن دلیل است که بیشتر بیرینگ‌ها در توربوماشین‌ها در حال جایگزینی به بیرینگ‌های برنزی همراه با لایه نازکی از بابیت (بین ۵ تا ۸ میلز) می‌باشد. از سوی دیگر، اگر چه بیرینگ‌ها در ماشین‌های رفت و برگشتی دارای سرعت نسبتاً پایینی هستند ولی بارگذاری دینامیکی در آنها بسیار بالاتر است. این بارها به طور پیشرونده و به سرعت افزایش یافته است و بیرینگ‌هایی که برای چنین کاربردهایی ساخته می‌شوند نیاز به مقاومت خستگی بالاتری نسبت به بابیت‌های نازک دارند. به همین دلیل است که آلیاژهایی از قبیل آلومینیوم و مس در ساخت فلز پایه به کار برده می‌شوند. بیرینگ با پایه فلزی مقاومت مناسبی را فراهم می‌کند و اجازه تداخل مناسب بین بیرینگ و هوزینگ (که در کاهش خرابی‌های ناشی از سایش بسیار مهم است) را می‌دهد. پوشش نازک بابیت به منظور ایجاد تطابق و جاسازی استفاده می‌شود. در بیرینگ‌های پوسته نازک، آلیاژ بابیت معمولاً به صورت ریخته‌گری نواری است در حالی که در نقطه مقابل و در بیرینگ‌های با پوسته ضخیم از تکنولوژی ریخته‌گری استاتیک یا سانتریفوژ بهره‌جویی می‌شود. سرد کردن یا کوینچ سریع در فرایند ریخته‌گری نواری به لایه بابیت اجازه می‌دهد تا به مقاومت خستگی بسیار بالاتری دست یابد. متداول‌ترین آلیاژهای بابیت که به طور گسترده از آنها استفاده می‌شود، بابیت پایه قلع و بابیت پایه سرب هستند. بابیت پایه قلع در برابر با بابیت پایه سرب دارای قابلیت انطباق و خاصیت کشسانی یا نرمی بیشتری می‌باشد.

BASAMAD



شکل ۱: مقاومت در برابر خستگی در بابیت‌های پایه قلع با ضخامت‌های مختلف

در بیرینگ‌هایی که جنس آستر از آلیاژهای پایه آلومینیوم یا مس و با مقاومت بالا می‌باشد، یک لایه نازک از جنس نرم و با قابلیت انطباق که معمولاً به آن پلیت پوشش گفته می‌شود روی پایه کشیده می‌شود. پلیت پوشش از قلع–سرب، قلع–سرب–مس یا سرب–ایندیوم ساخته می‌شود و معمولاً از آلیاژهای شناخته شده بابیت ضعیف‌تر است. برای آن که مقاومت موثر بیشتر از بابیت باشد، ضخامت پلیت پوشش نباید بیشتر از ”0.004 باشد. پلیت پوشش به صورت گالوانیکی متصل یا اجرا می‌شود. اخیراً به منظور افزایش مقاومت خستگی، ضخامت لایه روی پلیت در حدود ”0.001 نگه داشته می‌شود. بیرینگ‌های با پایه فلزی که جنس آستر آنها آلومینیوم یا مس است و دارای پلیت پوشش می‌باشند معمولاً به نام بیرینگ‌های سه فلزه یا Trimetal معروفند. در مواردی که از آستر جنس سرب–مس یا سرب–برنز استفاده می‌شود، پوشش سطح، وظیفه کاربردی فراتر از معمول دارد که همان محافظت در برابر خوردگی است.

جدول ۲: مشخصات و ترکیب چند نمونه بابیت

Bearing Material	Min Shaft Hardness, Brinell	Load Carrying Capacity	Maximum Operating Temp.	A	B	C	D
		PSI	°F				
Tin Base Babbitt	150 or less	800-1,500	300	1	1	1	5
Lead Base Babbitt	150 or less	800-1,200	300	1	1	3	5
Alkali Hardened Lead	200-250	1,200-1,500	500	2	1	5	5
Cadmium Base	200-250	1,500-2,000	500	1	2	5	4
Copper Lead	300	1,500-2,500	350	2	2	5	3
Tin Bronze	300-400	4,000 +	500 +	3	5	2	1
Lead Bronze	300	3,000-4,500	450-500	3	4	4	2
Aluminum Alloy	300	4,000 +	225-300	5	3	1	2
Silver Overplated	300	4,000 +	500	2	3	1	1
Tri Metal Babbitt Surfaced	230 or less	2,000-4,000 +	225-300	1	2	2	3

A Compatibility *
B Conformability *
C Corrosion Resistance *
D Fatigue Strength *
* Arbitrary scale with 1 being the best material and 5 the worst

ترجمه: حمید کریمی