

کد مقاله: SBI-FAI-0004

بسمه تعالی

تاریخ انتشار: ۱۳۹۶/۰۴/۳۱



شبکه بلبیرینگ ایران

دپارتمان تحقیق و توسعه

مروری بر پیر شدن قفسه های پلیمری در بیرینگ های غلتشی

چکیده:

امروزه ویژگی های مثبت قفسه های پلیمری از قبیل قیمت مناسب و وزن کم آن ها که کاهش نیروهای گریز از مرکز در سرعت های بالا را در پی دارد، موجب شده تا این نوع قفسه ها در ساختار بسیاری از بیرینگ های غلتشی به کار روند. با این وجود، استفاده از قفسه های پلیمری با چالش هایی مواجه است که یکی از این چالش ها، پدیده «پیر شدن» پلیمرها می باشد. شناخت هر چه بهتر پدیده پیر شدن پلیمرها و راهکارهای مقابله با آن، موجب می گردد که با استفاده آگاهانه تر از بیرینگ های غلتشی دارای قفسه های پلیمری، از بروز خسارات و حوادث ناگوار جلوگیری گردد. مقاله حاضر، مروری است بر پدیده پیر شدن قفسه های پلیمری و راهکارهای مقابله با آن.

کلمات کلیدی:

بیرینگ های غلتشی، پیر شدن، قفسه های پلیمری، PEEK.

۱- مقدمه:

امروزه بیرینگ های دارای قفسه های پلیمری در انواع مختلف تولید می شوند و به طور گسترده در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می گیرند. این قفسه ها از انواع مختلف پلیمرها از قبیل پلی آمید PA66 (PA6.6)، پلی آمید PA46 (PA4.6)، رزین فنولی و ... ساخته می شوند [۱]. این قفسه ها به روش قالب گیری تزریقی، تولید و اغلب با الیاف شیشه ای تقویت می شوند. مهمترین مزایای قفسه های پلیمری عبارتند از قیمت مناسب و وزن کم آن ها. سبک بودن این قفسه ها باعث می گردد که در هنگام چرخش بیرینگ، مقدار نیروهای گریز از مرکز و نیروهای ناشی از شتاب کوچک تر شود. این ویژگی خصوصاً در بیرینگ های دارای سرعت های بالا مفید می باشد [۲].

با وجود همه مزایایی که برای قفسه های پلیمری نام برده شد، این قفسه ها نقاط ضعف و محدودیت هایی نیز دارند که مهم ترین آن ها عبارت است از عدم تحمل دماهای نسبتاً بالا، به طوری که در اغلب موارد توصیه می گردد که بیرینگ های دارای قفسه های پلیمری در دماهای کاری بالاتر از 100°C مورد استفاده قرار نگیرند (هر چند استثنائاتی نیز وجود دارد).

یکی دیگر از نقاط ضعف قفسه های پلیمری، پدیده «پیر شدن»^۱ پلیمرها است که از آن تحت عنوان «تخریب پلیمرها»^۲ نیز یاد می شود. تخریب پلیمرها عبارت است از تغییر در ویژگی های آن ها از قبیل مقاومت کششی، رنگ، شکل و ... یک پلیمر یا محصولی با پایه پلیمری، تحت تأثیر یک یا تعداد بیشتری فاکتور محیطی از قبیل گرما، نور و مواد شیمیایی از قبیل اسیدها، مواد قلیایی و برخی نمک ها. این تغییرات، اغلب نامطلوب هستند، از قبیل ترک خوردن و فروپاشی شیمیایی محصولات. بنابراین در راستای شناخت مکانیزم خرابی قفسه های پلیمری و راهکارهای مقابله با آن، مطالعه پدیده پیر شدن پلیمرها از اهمیت بالایی برخوردار است [۳].

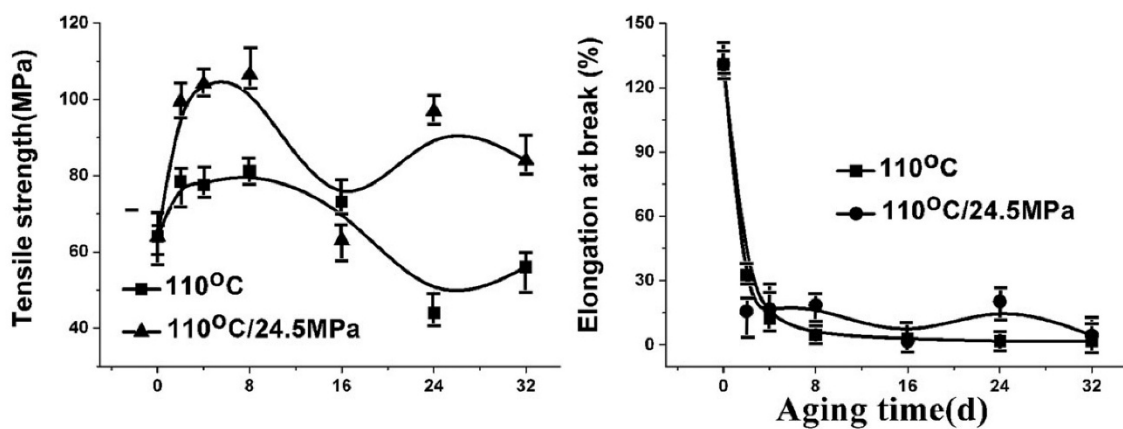
۲- پیر شدن پلیمرها:

ابعاد مولکول های پلیمر در مقیاس مولکولی، معمولاً بسیار بزرگ است و ویژگی های سودمند و یکتای پلیمرها، اغلب به دلیل سایز این مولکول ها است. پیر شدن بیرینگ ها، اغلب با کاهش سایز مولکول های آن ها همراه است و هر گونه از دست رفتن طول زنجیره، مقاومت کششی آن ها را کاهش داده و موجب ترک خوردگی زودرس در آن ها می گردد [۳].

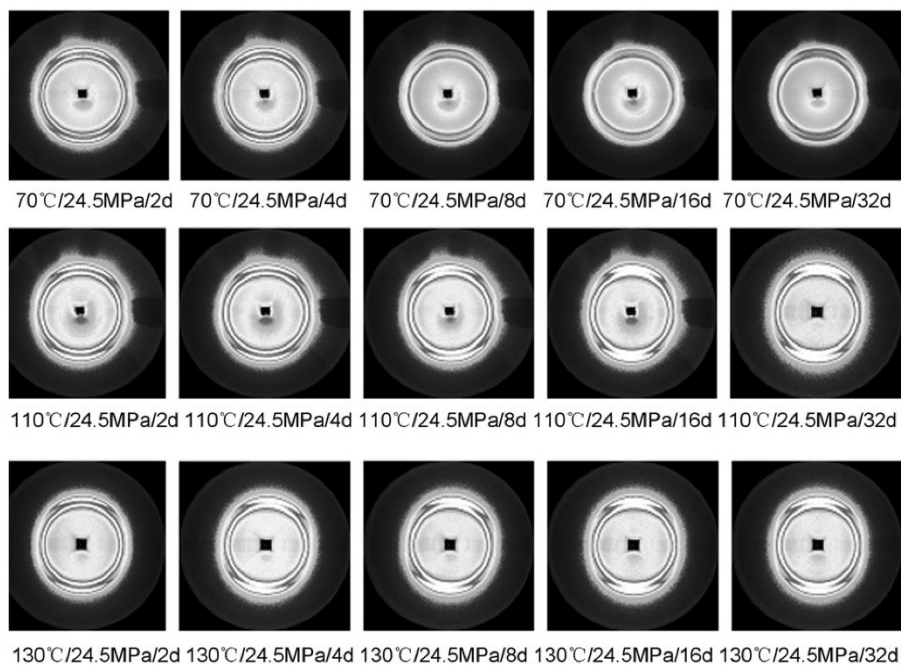
1. Aging

2. Polymer Degradation

توجه به این نکته ضروری است که پدیده پیر شدن - همان طور که از نام آن پیداست - در بستر زمان اتفاق می افتد و البته نرخ تغییرات خواص پلیمر در طول زمان متغیر است. به این معنی که در برخی موارد، کاهش سطح ویژگی های پلیمر به آرامی رخ می دهد و در برخی موارد دیگر، این افت ویژگی ها در زمان مشخصی با سرعت بسیار بالا رخ می دهد. شکل شماره ۱، نمونه ای از تغییرات آرام و سریع خواص مکانیکی پلی آمید PA6 را نشان می دهد.



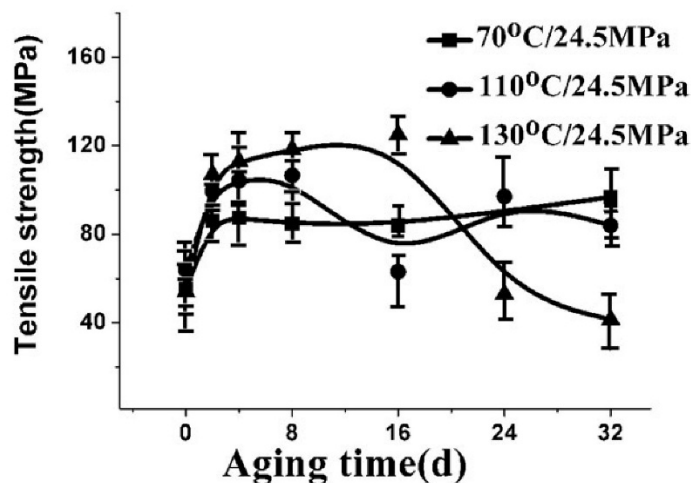
شکل ۱: تغییرات خواص مکانیکی پلی آمید PA6 در اثر پیر شدن [۴]



شکل ۲: مقایسه نتایج آزمون پراش اشعه ایکس پلی آمید PA6 در اثر پیر شدن تحت شرایط مختلف [۴]

همان طور که اشاره شد، پیر شدن پلیمرها با تغییراتی در ساختار مولکولی آن ها همراه است. این تغییرات توسط انجام آزمون پراش اشعه ایکس برای پلی آمیدها قابل ملاحظه است. آزمون پراش اشعه ایکس یک روش غیرتخریبی با چندین کاربرد است که اطلاعات جامعی درباره ترکیبات شیمیایی و ساختار کریستالی مواد طبیعی و صنعتی ارائه می دهد [۵]. شکل شماره ۲، نمونه ای از آزمون پراش اشعه ایکس برای پلی آمید PA6 را در دماهای مختلف در طول زمان نشان می دهد.

پدیده پیر شدن، به عوامل متعددی بستگی دارد و گاهی اوقات، بروز تغییرات کوچک در عوامل مؤثر، منجر به تغییرات قابل توجهی در نتایج می گردد. شکل شماره ۳ نمونه ای از تأثیر تغییر در عوامل مؤثر بر روی نتایج ناشی از پیر شدن برای یک پلی آمید PA6 را نشان می دهد.

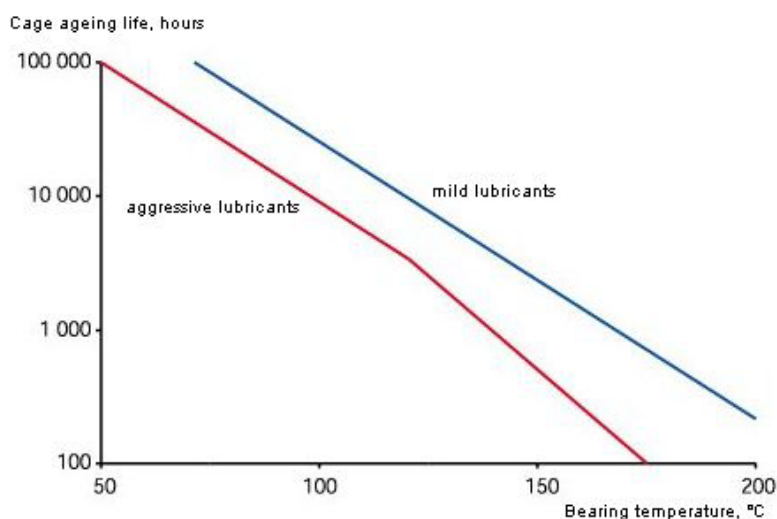


شکل ۳: تغییرات مقاومت کششی پلی آمید PA6 در اثر پیر شدن تحت شرایط مختلف [۴]

همان طور که در این شکل مشاهده می گردد، تحت دماهای ۷۰ و ۱۱۰ درجه سانتی گراد و با تنش اعمالی ۲۴/۵ MPa، مقاومت کششی پلی آمید به مرور زمان نه تنها کاهش نمی یابد، بلکه حتی مقداری افزایش نیز می یابد. این در حالی است که تحت همین مقدار تنش و در دمای ۱۳۰ درجه سانتی گراد، به مرور زمان مقاومت کششی پلی آمید کاهش قابل توجهی پیدا می کند.

۳- بحث و نتیجه گیری

نمودار شکل شماره ۴، عمر قفسه های پلی آمید PA66 را در اثر پیر شدن تحت شرایط مختلف نشان می دهد. همان طور که در این شکل مشاهده می شود، دو عامل تأثیر قابل توجهی بر روی پدیده پیر شدن قفسه های پلیمری دارند. یکی از این عوامل، دمای کارکرد بیرینگ و دیگری نوع محیط و به طور خاص روانکار مورد استفاده در بیرینگ می باشد.

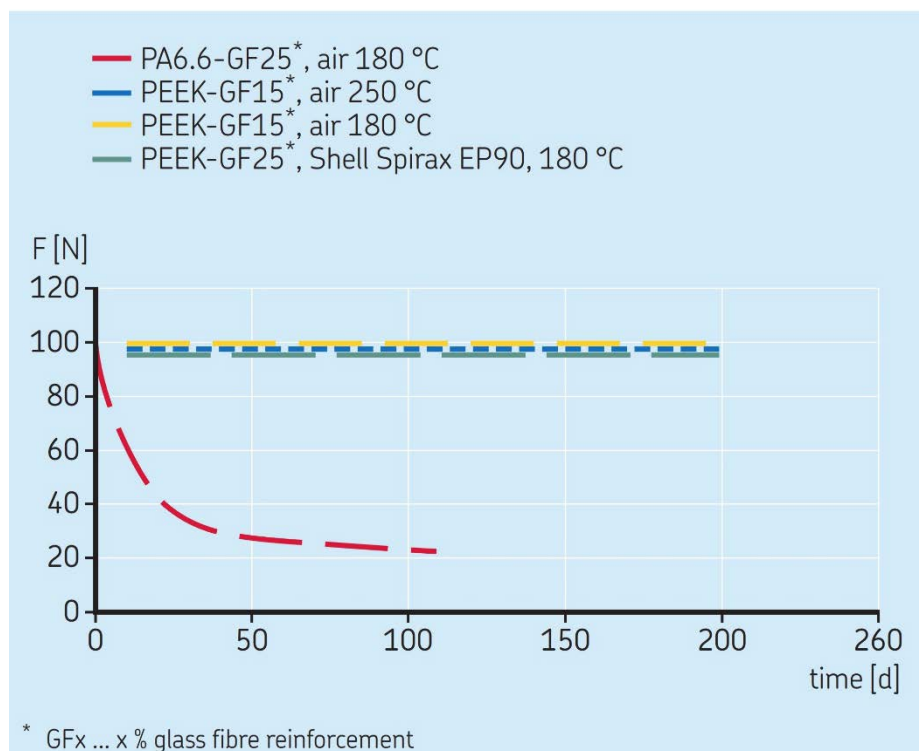


شکل ۴: نمودار پیر شدن قفسه های پلیمری [۶]

پیر شدن پلیمرها اغلب بر اساس علت بروز این پدیده، طبقه بندی می گردد. بر این اساس می توان از مواردی از قبیل پیر شدن ناشی از نور، پیر شدن ناشی از گرما، پیر شدن ناشی از واکنش های شیمیایی و ... نام برد. البته در بسیاری از موارد آن چه رخ می دهد ترکیبی از دو یا چند حالت فوق می باشد و با توجه به نمودار شکل شماره ۴، پیر شدن قفسه های پلیمری بیرینگ ها، بیشتر ناشی از گرما و واکنش های شیمیایی است. معمولاً دمای کاری بیرینگ، فاکتوری است که مهندسین در تغییر آن با محدودیت های قابل توجهی مواجه می گردند و در نهایت در صورتی که کنترل دمای کاری بیرینگ در محدوده مورد نظر مقدور نباشد، باید استفاده از بیرینگ های دارای قفسه های فولادی یا برنجی مد نظر قرار گیرد. بنابراین در مرحله اول، تمرکز بر مقابله با آسیب های شیمیایی ناشی از روانکارها است. این کار از طریق انتخاب مناسب روانکار برای بیرینگ ها صورت می گیرد. شرح نحوه انتخاب روانکار مناسب، خارج از بحث مقاله حاضر

است و برای انتخاب روانکار مناسب برای یک بیرینگ، باید به دستورالعمل های تولیدکنندگان بیرینگ مراجعه نمود.

اما آن چه که بیش از همه امیدوار کننده است، دستیابی به پلیمرهایی با قابلیت مقابله مؤثر در برابر پدیده پیر شدن و استفاده از این پلیمرها در تولید قفسه های بیرینگ ها است. یکی از این پلیمرها، پلی اتر اتر کتون (Polyether ether ketone or PEEK) است. PEEK دارای ویژگی های عملکردی خاصی می باشد که آن را تبدیل به ماده ای مناسب برای استفاده در قفسه های بیرینگ ها نموده است. قفسه های ساخته شده از PEEK نسبت به سایر انواع قفسه های پلیمری، شرایطی نظیر سرعت بالا، دمای کاری بالا و وجود مواد شیمیایی مهاجم را بهتر تحمل می کنند. شکل شماره ۵، عملکرد قفسه های ساخته شده از PEEK را با عملکرد قفسه ساخته شده از پلی آمید PA6.6 مقایسه می نماید [۷].



شکل ۵: مقایسه عملکرد قفسه های ساخته شده از PEEK با قفسه ساخته شده از پلی آمید PA6.6 [۷]

البته در حال حاضر، قفسه های ساخته شده از PEEK بیشتر در بیرینگ های مخروطی و بیرینگ های فوق دقیق استفاده می گردد، ولی مطالعات برای گسترش استفاده از این نوع قفسه ها در جریان است.

منابع:

- [1] <http://www.skf.com/my/products/bearingsunitshousings/rollerbearings/principles/bearing-data-general/materials-for-rolling-bearings/cage-materials/index.html> , Date of access: 2017.07.12
- [2] SKF Group (2013), “Rolling Bearings”.
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/Polymer_degradation , Date of access: 2017.07.12
- [4] Xiaowen Zhao, Xiaohe Li, Lin Ye & Guangxian Li (2013), “Stress–thermooxidative aging behavior of polyamide 6”, Journal of Applied Polymer Science”, Volume 129, Issue 3, Pages: 1193- 1201.
- [5] <http://c-labs.sharif.ir/84> , Date of access: 2017.07.12
- [6] <http://www.skf.com/us/products/bearings-units-housings/ball-bearings/principles/bearing-specifics/materials-for-rolling-bearings/cage-materials/polymer-cages/index.html> , Date of access: 2017.07.12
- [7] SKF Group (2009), “PEEK cages for bearings in demanding application”, Printed in Sweden.