

异辛酸稀土含油 MC 尼龙的性能和应用研究^{*}

李爱元 张慧波 孙向东 张永春

(宁波职业技术学院化工系, 宁波 315800)

摘要 在甲醇钠催化剂和甲苯二异氰酸酯助催化剂的存在下, 采用异辛酸稀土、改性润滑油改性 MC 尼龙, 考察了异辛酸稀土含油 MC 尼龙的力学性能和摩擦磨损性能。结果表明, 异辛酸稀土含油 MC 尼龙的弯曲强度、缺口冲击强度等力学性能得到提高, 特别是其耐磨、减摩及自润滑性能有明显改善, 吸水率大幅度降低。异辛酸稀土含油 MC 尼龙在两家企业试用半年, 发现以其制备的产品的缺口冲击强度提高约 30%, 摩擦因数降低约 30%。

关键词 含油 MC 尼龙 改性 异辛酸稀土 摩擦 磨损 应用

MC 尼龙又称单体浇铸尼龙, 与一般的尼龙相比, 其具有较高的相对分子质量和结晶度、较好的力学性能和耐磨性, 被广泛地应用于纺织、橡胶、石化、轧钢、矿山机械等工业部门的轴承、轴瓦、滑块、齿轮等摩擦零部件, 解决了许多技术关键问题^[1-2]。但是由于普通 MC 尼龙在使用过程中, 存在耐热磨损差、吸水率高、尺寸稳定性差、耐化学药品性差、摩擦因数偏高等缺点; 在无润滑条件时, 它被限制在负荷小的工作场合使用, 难以满足在完全无油润滑条件下工作的要求; 而且纯 MC 尼龙还容易磨损对偶件, 这些不足限制了它的应用^[3]。为此, 近年来国内外学者都在积极研究 MC 尼龙的改性方法, 如填充增强、嵌段、接枝、共聚增韧等^[4-11]。

笔者对异辛酸稀土改性 MC 尼龙进行了详细的研究^[12], 在此基础上加入改性润滑油, 结果表明, 异辛酸稀土含油 MC 尼龙比普通 MC 尼龙, 缺口冲击强度提高约 1.7 倍, 弯曲强度提高 41.7%, 热性能和摩擦学性能均有明显改善, 吸水率大大降低。将所研制的异辛酸稀土含油 MC 尼龙在宁波维格机电科技有限公司的 MC 尼龙滑轮产品和江苏南通某尼龙企业的 MC 尼龙齿轮产品上试用半年, 发现改性后产品性能稳定且有较大幅度提高。

1 实验部分

1.1 主要原材料

异辛酸稀土: 按照文献[12]制备;

甲醇钠: 按照文献[13]制备;

改性润滑油: 自制;

己内酰胺: 工业一级, 德国道默有限公司;

甲苯二异氰酸酯(TDI): 上海试剂一厂。

1.2 主要设备、仪器

万能试验机: WD-5 型, 长春第二试验机厂;

环块磨损试验机: MM200 型, 江都市新真威试

验机械厂。

1.3 试样制备

(1) 改性润滑油的制备

通过对各种不同的润滑油进行试验, 找到较为理想的润滑油。在适当的润滑油体系中加入质量分数为 10% 左右的表面活性剂, 经高速搅拌混合至溶液均匀, 静置 24 h 不分层, 得到改性润滑油。

(2) 异辛酸稀土含油 MC 尼龙的制备

将一定量的己内酰胺和异辛酸稀土(稀土质量分数为 10.5%, 加入量为己内酰胺质量的 0.5%) 加入反应器中, 开启真空泵减压加热熔融, 在上述混合物热熔化过程中加入改性润滑油(加入量为己内酰胺质量的 5%)。120℃ 时加入甲醇钠催化剂(甲醇钠与己内酰胺的物质的量之比为 0.003:1), 在真空下反应, 待熔体温度至 135~140℃ 维持 20~25 min, 解除真空, 停止加热。加入助催化剂 TDI(与己内酰胺的物质的量之比为 0.003:1), 搅匀, 迅速注入已预热至 160℃ 的模具中, 在 160℃ 的恒温干燥箱中聚合 25~30 min, 冷却后脱模, 得到异辛酸稀土含油 MC 尼龙。在聚合过程中结果不能重复, 甚至不能聚合的原因是体系内微量的水分没有除尽。

1.4 性能测试

拉伸强度按 GB/T 1040-1992 测试;

弯曲强度按 GB/T 9341-1988 测试;

缺口冲击强度按 GB/T 1043-1993 测试;

压缩强度按 GB/T 1041-1992 测试;

吸水性能按 GB/T 1034-1986 测试;

热变形温度按 GB/T 1634-1989 测试, 测试载荷 1.82 MPa;

^{*} 浙江省高校优秀青年教师资金项目(20081206)

收稿日期: 2010-06-22

摩擦磨损试验在环块磨损试验机上进行,选用的负荷分别为 49、98、147、196 N,速度均为 0.42 m/s,对偶件为 40 mm 的 45[#] 钢环。将 MC 尼龙制成 30 mm ×7 mm ×6 mm 的试样,经 180[#] 砂纸和 900[#] 金相砂纸打磨后,再用丙酮棉球擦去磨屑,吹干,用于摩擦磨损试验。

2 结果与讨论

2.1 异辛酸稀土含油 MC 尼龙的力学性能

在同一实验条件下聚合得到的普通 MC 尼龙、异辛酸稀土改性 MC 尼龙、异辛酸稀土含油 MC 尼龙的物理、力学性能对比如表 1 所示。

表 1 不同 MC 尼龙物理、力学性能对比

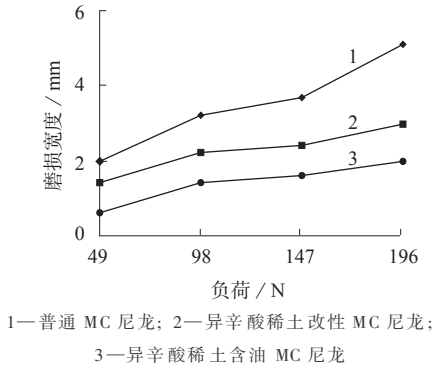
项目	普通 MC 尼龙	异辛酸稀土改性 MC 尼龙	异辛酸稀土含油 MC 尼龙
拉伸强度 /MPa	61.8	64.4	63.5
弯曲强度 /MPa	134.9	193.6	191.2
压缩强度 /MPa	94.4	91.0	90.1
缺口冲击强度 / kJ · m ⁻²	5.6	13.5	15.0
热变形温度 /℃	150	187	199
吸水率 /%	1.19	0.36	0.20

由表 1 可知,异辛酸稀土改性 MC 尼龙的力学性能除压缩强度外均有较大的提高。异辛酸稀土含油 MC 尼龙比普通 MC 尼龙,缺口冲击强度提高约 1.7 倍,弯曲强度提高 41.7%。异辛酸稀土含油 MC 尼龙与异辛酸稀土改性 MC 尼龙相比,其拉伸强度、弯曲强度和压缩强度略低而缺口冲击强度略高,但这种变化幅度比较小。由于 MC 尼龙的力学性能与其改性配方、制备工艺及催化剂、活化剂种类等有密切关系^[14],其表现出来的数值总是在一定范围内波动,因而对于 MC 尼龙应用不会有太大影响。

从表 1 还可以看出,由于改性润滑油化合物的加入,油的憎水性使异辛酸稀土含油 MC 尼龙的吸水率明显减少,尺寸稳定性增加,热变形温度明显提高,具有较好的耐热性。

2.2 异辛酸稀土含油 MC 尼龙的磨损性能

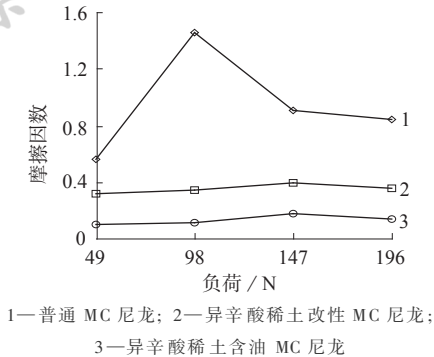
普通 MC 尼龙、异辛酸稀土改性 MC 尼龙、异辛酸稀土含油 MC 尼龙的磨损性能对比如图 1 所示。由图 1 可以看出,MC 尼龙经过异辛酸稀土改性和含油改性后的磨损程度明显降低,特别是含油改性使 MC 尼龙耐磨损性能大幅度提高。由 MC 尼龙摩擦后的表面形貌可以看出,普通 MC 尼龙的摩擦面上有黑棕色的磨痕,磨痕上有熔融形变时沿摩擦力方向挤出的黑棕色降解物,对偶件的表面也有一层不均匀的褐色转移膜,异辛酸稀土改性 MC 尼龙的



摩擦面上有少许黄色的磨痕;相反,异辛酸稀土含油 MC 尼龙的磨痕相当光洁,表面无任何颜色改变,对偶件上的转移物也很少,表明油料的加入起到润滑减摩作用,其低的摩擦使摩擦表面的温升很小,抑制了表面熔融现象的发生,起到了很好的减轻粘着磨损的作用。

2.3 异辛酸稀土含油 MC 尼龙的摩擦性能

普通 MC 尼龙、异辛酸稀土改性 MC 尼龙、异辛酸稀土含油 MC 尼龙的摩擦性能对比如图 2 所示。



由图 2 可知,普通 MC 尼龙的摩擦因数随负荷的增加而变化明显,并出现一个临界点。在临界点之前,摩擦因数随负荷的增加而上升;在此之后,摩擦因数又随负荷的增加而下降。这是由于尼龙属半结晶性聚合物,当其无定形区由玻璃态过渡到粘弹态时,摩擦因数升高;随着负荷的增加,逐渐聚集的摩擦热可使材料表面出现局部流动而易被剪切,故摩擦因数反而降低。异辛酸稀土改性 MC 尼龙和异辛酸稀土含油 MC 尼龙在同样的负荷范围内的摩擦因数较小且比较稳定,没有临界点出现。特别是异辛酸稀土含油 MC 尼龙的摩擦性能比普通 MC 尼龙有明显改善。这是因为在聚合加工工艺中加入了润滑油化合物,润滑油化合物有机地熔融于母液中,油均匀地分布在尼龙基体中,既能传导热量,又增加了

耐磨性,从而降低了摩擦因数,增加了自润滑性。

3 应用情况

将所研制的异辛酸稀土含油 MC 尼龙在宁波维格机电科技有限公司的 MC 尼龙滑轮产品和江苏南通某尼龙企业的 MC 尼龙齿轮产品上试用半年,试用结果表明,两家企业产品的冲击强度与企业原产品相比分别提高 30% 和 32%,摩擦因数在相同负荷 (196 N) 下分别降低了 28% 和 29%。

4 结论

(1) 异辛酸稀土含油 MC 尼龙保持了异辛酸稀土改性 MC 尼龙优异的力学性能。异辛酸稀土含油 MC 尼龙比普通 MC 尼龙,缺口冲击强度提高约 1.7 倍,弯曲强度提高 41.7%。

(2) 异辛酸稀土含油改性 MC 尼龙的热性能和摩擦性能提高较大。改性润滑油的加入可明显地提高材料的热性能,延缓甚至避免纯 MC 尼龙易出现的粘着磨损,使 MC 尼龙的性能大大提高。同时由于油料的憎水性,吸水率也大大降低。

(3) 异辛酸稀土含油 MC 尼龙在两家尼龙产品企业试用半年发现,产品的缺口冲击强度提高约 30%,摩擦因数降低约 30%。

参考文献

[1] 孙向东,张慧波. MC 尼龙改性研究的新进展[J]. 工程塑料应

用, 2003, 31(2): 59-61.

- [2] 刘学禄,傅世昭. 改性 MC 尼龙管道的制备与应用[J]. 工程塑料应用, 1998, 26(5): 14-16.
- [3] 孙向东,孙旭东,张慧波,等. MC 尼龙制备工艺中的技术难题的解决方案[J]. 工程塑料应用, 2003, 31(12): 69-71.
- [4] 孙向东,陈亚东,张慧波. 阴离子开环原位聚合法制备 MC 尼龙/累托石复合材料[J]. 工程塑料应用, 2006, 34(9): 8-11.
- [5] 孙向东,孙旭东,张慧波,等. 空心玻璃微珠填充 MC 尼龙复合材料的研究[J]. 工程塑料应用, 2005, 33(1): 7-10.
- [6] 孙向东,孙旭东,张慧波,等. 磨碎玻璃纤维在 MC 尼龙中的应用研究[J]. 工程塑料应用, 2004, 32(7): 4-7.
- [7] 郭卫红,汪济全. 粉煤灰填充尼龙 6 浇铸制品的研究[J]. 粉煤灰综合利用, 1993, 7(4): 39-41.
- [8] 郑立允,赵立新,王玉林. 连续碳纤维增强尼龙复合材料的研究[J]. 河北建筑科技学院学报, 2002, 19(3): 16-19.
- [9] 卢红,危大福,郑安呐. 凯芙拉纤维/尼龙 6 热塑性复合材料的研制[J]. 合成纤维工业, 2002, 25(2): 35-37.
- [10] 周莉,臧树良. 钛酸酯偶联剂改性纳米 ZnO 制备 MC 尼龙 6/ZnO 复合材料[J]. 塑料科技, 2008, 36(6): 50-53.
- [11] 黄虹文,刘长维,韦加崇. 原位聚合 La_2O_3 /MC 尼龙复合材料的制备与性能[J]. 塑料, 2008, 37(3): 69-71.
- [12] 孙向东,孙旭东,王庆,等. 异辛酸稀土改性 MC 尼龙的研究[J]. 工程塑料应用, 2004, 32(1): 7-9.
- [13] 孙向东,田桂芝,王建中,等. 甲醇钠催化制取 MC 尼龙[J]. 工程塑料应用, 2002, 30(12): 24-25.
- [14] 王有槐,王新华,朱培. 铸型尼龙实用技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 1994: 1-11.

THE APPLICATION AND PROPERTY OF MC NYLON MODIFIED BY EARTH METAL ISOCTOATE CONTAINING OIL

Li Aiyuan, Zhang Huiibo, Sun Xiangdong, Zhang Yongchun

(Department of Chemical Engineering, Ningbo Professional and Technical College, Ningbo 315800, China)

ABSTRACT MC nylon was modified by using rare earth metal isoctoate and modified lubricating oil in the presence of CH_3ONa catalyst and TDI co-catalyst. The mechanical and tribological and wear properties of MC nylon modified by rare earth metal isoctoate containing oil (MCREMIO) were investigated. The result showed that the wear resistance and antifriction and self-lubrication properties of MCREMIO were much better than that of pure MC nylon and MC nylon filled oil, and the water absorption was distinctly decreased at the same time. MCREMIO was tested in two corporations in half a year, the impact intension of MCREMIO was improved about 30% and friction coefficient was reduced about 30% comparing to product without modification.

KEYWORDS MC nylon containing oil, modification, rare earth metal isoctoate, friction, wear, application

上半年石化行业实现总产值 4.11 万亿元

中国石油和化学工业联合会会长李勇武在黄山召开的 2010 年全国石油和化工行业经济运行形势分析会上表示,今年上半年,在国内宏观经济强劲增长的带动下,我国石油和化工行业生产持续快速增长,上半年我国石化行业全行业规模以上企业 35770 家,实现总产值 4.11 万亿元,同比增长 41.1%,创历史同期新高,超过全国工业总产值增速 7.8 个百分点,占全国工业总产值的比重为 12.7%。

分行业看,上半年,炼油和油气开采行业产值增幅最大,

分别达 52.9% 和 52.3%,分别为 1.15 万亿元和 4659 亿元。李勇武表示,炼油和油气开采行业增幅较大,除实际增长较快外,更重要的原因是去年同期均为负增长,基数较低。上半年,化工行业总产值达 2.40 万亿元,同比增长 35.6%。化工行业产值占全行业比重上半年不断上升,由 1 月份的 56.31% 升至 6 月份的 60.12%,化工行业已进入平稳较快增长时期。化工行业中,上半年基础化学原料、合成材料和专用化学品产值增速分别为 44.8%、42.4% 和 36.4%,产值分别为 5897.5 亿元、3859 亿元和 6009.8 亿元。(慧聪网)