

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.09.003

环氧树脂改性 MC 尼龙 / 碳纤维 / 二硫化钼复合材料的研制

刘俊宁, 牛秀明

(山东医学高等专科学校化学教研室, 济南 250002)

摘要: 利用 E-51 环氧树脂 (EP) 改性 MC 尼龙, 并以碳纤维 (CF) 粉为增强剂、二硫化钼 (MoS_2) 为润滑剂、炭黑为增容剂, 制备了 MC 尼龙复合材料。分别研究了 EP, CF 粉及 MoS_2 的用量对 MC 尼龙复合材料性能的影响, 并测试了 MC 尼龙复合材料与钢及铝合金摩擦时的耐磨损性能。结果表明, 当 MC 尼龙用量为 100 份、EP 为 1.5 份、CF 粉为 13 份、 MoS_2 为 6.5 份、炭黑为 3.5 份时, MC 尼龙复合材料具有较好的力学性能和摩擦性能。相对于钢, 该 MC 尼龙复合材料与铝合金摩擦时的耐磨损性能较好。

关键词: MC 尼龙; 环氧树脂; 碳纤维; 二硫化钼; 力学性能; 摩擦性能

中图分类号: TQ323.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)09-0013-04

Development of MC Nylon Modified by Epoxy / Carbon Fiber / MoS_2 Composite

Liu Junning, Niu Xiuming

(Department of Chemistry, Shandong Medical College, Jinan 250002, China)

Abstract: MC nylon was modified by E-51 epoxy (EP), carbon fiber (CF) powder, MoS_2 and carbon black were used as reinforcing agent, lubricant and compatibilizer separately, then the MC nylon composites were prepared. The effects of EP, CF powder and MoS_2 content on the properties of the MC nylon composites were studied respectively. The wear resistance properties of the MC nylon composite during the friction between the composite and steel or aluminium alloy were tested. The results showed that when the content of MC nylon, EP, CF powder, MoS_2 and carbon black were 100, 1.5, 13, 6.5 and 3.5 phr respectively, the MC nylon composites had better mechanical properties and tribology properties. Comparing with steel, the wear resistance property of the MC nylon composite during the friction between the composite and aluminium alloy was better.

Keywords: MC nylon; epoxy; carbon fiber; MoS_2 ; mechanical property; tribological property

单体浇铸尼龙 (MC 尼龙) 是一种应用较为广泛的工程塑料, 主要应用于轴套、涡轮、蜗杆等领域, 但由于其结晶度较高, 以及晶粒尺寸的差距, 使 MC 尼龙结构中存在较多微观缺陷, 造成其蠕变性能、尺寸稳定性和缺口冲击强度较差, 这些缺点限制了 MC 尼龙的应用^[1]。针对 MC 尼龙结晶度高易导致材料缺陷增多的问题, 笔者首先采用环氧树脂 (EP) 对 MC 尼龙进行化学改性, 破坏其分子结构的规整度, 降低结晶, 并在此基础上加入碳纤维 (CF) 粉和二硫化钼 (MoS_2)。鉴于 CF 良好的承载能力和自润滑能力, 以及 MoS_2 优良的润滑性能, 赋予了 EP 改性 MC 尼龙 / CF / MoS_2 复合材料 (以下简称 MC 尼龙复合材料) 较好的力学性能和摩擦性能。

1 实验部分

1.1 主要原料

己内酰胺: 工业级, 南京化学工业公司;

EP: E-51, 济南天茂树脂有限公司;

氢氧化钠 (NaOH): 化学纯, 杭州试剂厂;

甲苯二异氰酸酯 (TDI): 化学纯, 美国杜邦公司;

CF 粉: 38 μm , 上海钊银化工科技有限公司;

MoS_2 : 粒径 50 nm, 北京德科岛金科技有限公司;

炭黑: N115, 苏州宝华炭黑有限公司。

1.2 主要仪器及设备

真空设备: ZX-30 型, 淄博真空泵厂;

电子拉力机: INSTRON 1185 型, 英国 Instron 公司;

洛氏硬度仪: HR-150A 型, 深圳浩鑫达仪器有限公司;

悬臂梁冲击试验机: XJU-22 型, 承德科承试验

联系人: 刘俊宁, 硕士, 讲师, 主要研究方向为化学分析及高分子材料应用研究

收稿日期: 2012-06-18

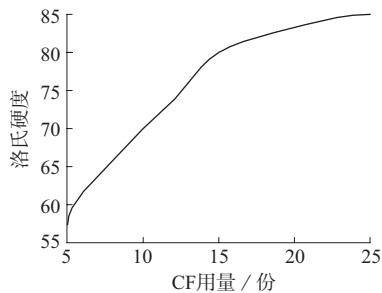


图2 CF用量对MC尼龙复合材料洛氏硬度的影响

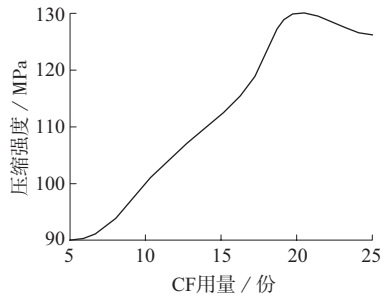


图3 CF用量对MC尼龙复合材料压缩强度的影响

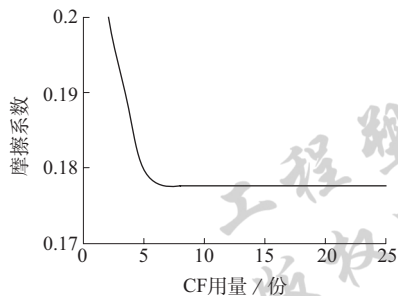


图4 CF用量对MC尼龙复合材料摩擦系数的影响

拐点,随后硬度增加趋势变缓。

由图3可以看出,随CF用量的增加,MC尼龙复合材料的压缩强度明显提高,当CF的用量为19份时,压缩强度达到最大,之后随CF用量的增加,压缩强度逐渐下降,产生这种现象的主要原因是当CF用量过高时,其与MC尼龙的混合非常困难,分散均匀性差,使材料内部缺陷增加,从而降低了MC尼龙复合材料的压缩强度。

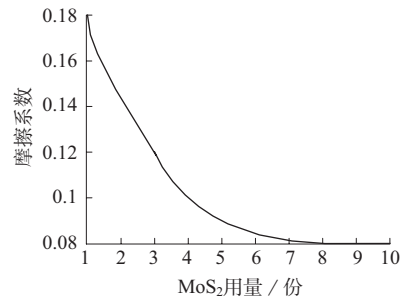
由图4可以看出,随CF用量增加,MC尼龙复合材料的摩擦系数略有降低,当CF用量超过6份之后,复合材料的摩擦系数趋于稳定,这说明CF对MC尼龙复合材料的摩擦性能影响有限。

综合考虑复合材料的各项性能及其工艺性和成本因素,CF用量宜为13份,此时MC尼龙复合材料的各组分容易混合均匀,其性能也较为稳定。

2.4 MoS₂对MC尼龙复合材料摩擦性能影响

实验中加入MoS₂是为了降低MC尼龙复合材料的摩擦系数,因而主要研究了MoS₂用量对MC尼龙复合材料摩擦系数的影响,结果如图5所示,其

中,EP、炭黑的用量分别为1.5份和3.5份,CF用量为13份。

图5 MoS₂用量对MC尼龙复合材料摩擦系数的影响

从图5可以看出,MoS₂对MC尼龙复合材料的摩擦性能改善较大,随着MoS₂用量的增加,复合材料的摩擦系数由0.18下降至0.08左右。但当MoS₂用量超过7份以后,复合材料摩擦系数趋于稳定。而当MoS₂用量超过9份后,容易出现混合不均和沉淀现象,所以最终确定MoS₂的用量为6.5份。

2.5 MC尼龙复合材料配比的确定

由以上实验可确定MC尼龙复合材料的最终配方,即MC尼龙用量为100份、EP为1.5份、CF粉为13份、MoS₂为6.5份、炭黑为3.5份。该配方下MC尼龙复合材料的压缩强度为106 MPa,洛氏硬度为68.5,摩擦系数为0.079。

2.6 MC尼龙复合材料与对偶面摩擦时的耐磨损性能

表3为最终制得的MC尼龙复合材料分别与对偶面钢及铝合金摩擦时的耐磨损性能,其中对偶面表面粗糙度均为1.6,摩擦实验中相对转速均为9 m/s。

表3 MC尼龙复合材料与不同对偶面摩擦时的耐磨损性能

对偶面	载荷 / N	磨损率 / $10^{-6} \text{ mm} \cdot (\text{N} \cdot \text{m})^{-1}$	摩擦 96 h 后状态
45# 钢	100	1.1	完好
	200	2.3	50 h 后失效
	300	4.2	9 h 后破坏失效
铝合金	100	0.8	完好
	200	1.6	完好
	300	2.7	完好

从表3可以看出,在相同条件下,MC尼龙复合材料与钢摩擦时的磨损率较大,耐磨损性能较差,且载荷越高,耐磨损性能越差。而复合材料与铝合金摩擦时的耐磨损性能较好,摩擦96 h后其表面仍然完好。这主要是因为,钢的硬度明显大于铝合金,而且从相关资料的查询看^[3],当对偶面为钢时,在摩擦过程中磨损表面的MoS₂在剪切应力下易吸附O₂发生氧化,从而生成MoO₃,该氧化物颗粒较硬,不仅

没有润滑作用而且是一种研磨料,对MC尼龙复合材料表面起较大的磨损作用。

由于氧化作用,铝合金表面具有一层致密的 Al_2O_3 层, Al_2O_3 层极薄,MC尼龙复合材料中的 MoS_2 可转移到铝合金表面上,形成稳定光滑的对偶面,从而提高了MC尼龙复合材料与铝合金摩擦时的耐磨损性能。

3 结论

(1) EP可有效破坏MC尼龙的结晶,从而减少其内部缺陷并提高冲击性能,EP也可有效增加MC尼龙与CF的相容性。

(2) 通过炭黑增容,CF及 MoS_2 可有效提高MC尼龙的力学性能和摩擦性能。

(3) EP, CF, MoS_2 的用量不宜过大,否则MC尼龙复合材料的制备将变得极为困难。

(4) MC尼龙复合材料最终配方为MC尼龙用量为100份、EP为1.5份、CF粉为13份、 MoS_2 为6.5份、炭黑为3.5份。

(5) 在一定载荷和转速下,相对于钢,MC尼龙复合材料与铝合金摩擦时的耐磨损性能较好。

参考文献

- [1] 许长清. 合成树脂及塑料手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 1991: 247.
- [2] 刘俊宁. 环氧树脂改性MC尼龙的研制[J]. 工程塑料应用, 1999, 27(5): 5-7.
- [3] 王军祥, 等. 碳纤维和二硫化钼混杂增强尼龙复合材料的摩擦学性能研究[J]. 复合材料学报, 2003(2): 13-18.

江苏源盛复材与拜耳共同研制 GRPU 节能窗并通过权威机构检测

近日, 由拜耳材料科技和江苏源盛复合材料技术股份有限公司(以下简称源盛复材)共同研制的玻璃纤维增强聚氨酯(GRPU)节能窗经国家权威部门检测, 传热系数为 $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 达到国家建筑外门窗保温性能最高级别9级, 满足我国所有气候区的使用要求。而截止2012年6月, 经过住建部建筑节能门窗性能标识认证的产品中传热系数最低的为 $1.3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, 比这款GRPU节能窗高出 $0.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

拜耳材料科技公司是世界上领先的聚氨酯原料及聚氨酯组合料生产商。拜耳材料科技公司推出的拉挤专用Baydur®PUL2500树脂在美国已经成功运用到节能门窗的生产并得到了市场的良好反应。而此次源盛复材应用Baydur®PUL2500树脂所生产的GRPU节能窗得到权威检测机构的认可, 必将在我国节能门窗市场掀起一场革命。

作为拜耳材料科技聚氨酯应用方面的合作伙伴, 同时作为拜耳生态商务建筑计划中国区的成员, 源盛复材将与拜耳携手, 以推动我国建筑节能为使命, 积极推广GRPU节能门窗在我国市场的应用, 推进我国节能门窗的升级换代。

(中聚网)

我国塑机业面临机遇, 提高信心拓展市场

近年来, 我国塑机行业显示出疲态, 但是塑料机械企业应努力发掘当前国内外的机遇, 提高信心, 不断推进塑机行业的发展。国际经济结构调整和发展中国家的崛起, 将给我国外贸带来新的发展空间; 而国际产业的调整和进步, 也将为我国外贸发展提供新的动力。

经过多年发展, 我国塑机行业的国际影响力不断提高, 应对贸易保护主义能力增强, 制造技术水平和整体实力进一步提升, 因此, 我国塑机行业在外贸出口方面的有利条件不少。

由于我国塑料机械产品与战略性新兴产业紧密相联, 具

有高效、节能的优势和较高的性价比, 对发达国家出口以中低端为主, 这部分消费需求呈现刚性, 因而, 仍然具有较大的市场空间。

此外, 我国塑料机械企业近年来加大了对新兴市场的开拓, 品牌知名度进一步扩大, 市场竞争力进一步提高, 对新兴国家出口比重也将大为提升。从整体上看, 我国塑料机械产品的出口增长将会呈现稳中有进的局面。

目光转向国内, 我国仍处于工业化、信息化、城镇化、市场化、国际化深入发展阶段, 仍处于发展的重要战略机遇期, 这也将给塑机行业提供不竭的发展动力。

(中聚网)

2019年全球聚丙烯销售额将达1550亿美元

据美国塑料新闻最新发布的一份报告称, 受到了新兴市场强势增长的推动, 到2019年, 全球聚丙烯(PP)市场销售额将达1550亿美元。

位于德国康斯坦茨的CeresanaResearch公司称, 亚太国家已占到全球PP销售额的一半以上, 成为更重要的PP销售市场。Ceresana公司称, 今后, 亚太地区所占比例还将进一步扩大, 把工业化国家远远抛在身后。

全球PP产能到2019年有望增至2350万t以上, 其中有57%将来自亚太地区。

目前, 柔性和硬质包装的生产商是PP的主要消费群体, 占到总需求的50%。纤维和消费品应用各占12%。电子、交通运输和建筑施工领域各占总需求的6%。

据预计, 未来8年需求增幅最大的将是交通运输行业, 增长速度将达5.8%。

(中聚网)

杜邦扩大聚酰亚胺薄膜产能

杜邦公司7月底宣布, 由于聚酰亚胺薄膜需求持续强劲增长, 该公司打算对在美国俄亥俄州Circleville的Kapton品牌聚酰亚胺薄膜装置进行扩能改造, 今年第四季度该装置产能将增加400 t/a。Kapton薄膜具有较好的导热性和耐电晕性, 可用于消费类电子、光伏能源、航空航天、汽车等领域。

(色母粒网)