

玻璃微珠改性含油铸型尼龙力学性能研究^{*}

李国禄¹ 胡 芸^{1,2} 刘金海¹ 李玉平³ 陈志云³

(1. 河北工业大学材料学院,天津 300130; 2. 邢台职业技术学院机电系,邢台 054035;

3. 石家庄稀土工程塑料厂,石家庄 050061)

摘要 研究了玻璃微珠改性含油铸型尼龙复合材料的力学性能。结果表明,玻璃微珠使复合材料的冲击强度有所降低;拉伸强度、拉伸弹性模量、弯曲强度和弯曲弹性模量均得到提高,在玻璃微珠的质量分数为 15% ~20% 时提高幅度较大;复合材料的硬度也有所提高。

关键词 玻璃微珠 含油铸型尼龙 力学性能 复合材料

铸型尼龙(MC 尼龙)为工程塑料的一种,其成型工艺过程短、成本低、设备效率高,特别适合制造无法注射成型和模压成型的大型制品,它以密度小,噪声低,力学性能、耐磨性、自润滑性和非粘附性好等独特的性能引起人们的广泛关注^[1~3]。含油 MC 尼龙是在 MC 尼龙的基础上加入特殊的矿物油填料制成的,矿物油以细小的油滴形式均匀地分布在 MC 尼龙基体中,使其力学性能得到改善,在冶金、矿山、轻工等行业广泛应用^[4]。但与钢铁材料相比,含油 MC 尼龙的力学性能仍相对较低,难以承受较大负荷的工况条件。使用无机颗粒填充改性塑料不但具有填充效果,在一定程度上还可以提高塑料的力学性能^[5,6]。

玻璃微珠是一种常用的塑料改性填充物^[7~11]。笔者研究了玻璃微珠对含油 MC 尼龙力学性能的影响。

1 实验部分

1.1 原材料

己内酰胺:石家庄化纤有限公司;

矿物油:汉沽石油化学厂;

NaOH: 分析纯,小颗粒状,北京化工厂;

甲苯二异氰酸酯(TDI): 分析纯,上海化学试剂站中心化工厂;

玻璃微珠:050-20-215,平均粒径 20 μm ,经特殊抛光树脂活化处理,市售。

1.2 仪器与设备

电子万能试验机: CMT-6104 型,深圳市新三思计量技术有限公司;

冲击试验机: X CJ-40 型,承德材料试验机厂;

布氏硬度计: HB-3000 型,掖县材料试验机厂;

扫描电子显微镜(SEM): XL30 型,荷兰 Philips

公司。

1.3 材料制备

试验中含油 MC 尼龙及其玻璃微珠改性复合材料的制备工艺流程如图 1 所示。复合材料中玻璃微珠的质量分数分别为 15%、20%、25% 和 30%。

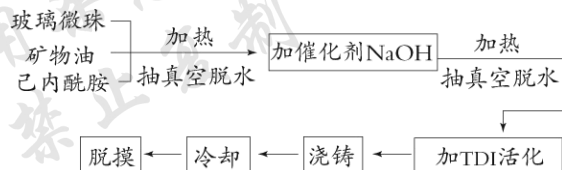


图 1 含油 MC 尼龙及其玻璃微珠改性复合材料的制备流程

1.4 性能测试

拉伸性能按 GB/T 1040-1992 测试,采用 I 型试样,拉伸速度为 10 mm/min;

弯曲性能按 GB/T 1042-1979 测试,采用标准大试样,加载速度 20 mm/min;

冲击强度按 GB/T 1043-1993 测试,采用 C 型缺口试样;

布氏硬度按 GB/T 9342-1988 测试,载荷 187.5 kg;

微观分析取力学性能试验后的试样断口喷金后用 SEM 观察。

2 结果与讨论

2.1 玻璃微珠含量对冲击强度的影响

玻璃微珠含量对复合材料冲击强度的影响如图 2 所示。从图 2 可看出,复合材料的冲击强度比纯含油 MC 尼龙低。这是因为玻璃微珠的加入破坏了基体的连续性,致使基体对冲击能量的分散能力降低,且刚度很大的玻璃微珠对冲击能量的吸收能力低,所以使得复合材料的冲击强度降低。含 30% 玻

^{*} 河北省教育厅博士基金资助项目(B2002203)

收稿日期:2004-06-02

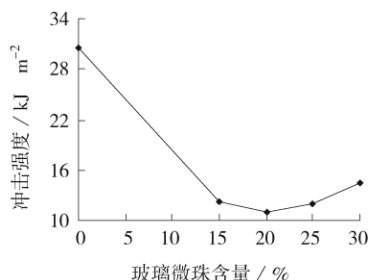


图2 玻璃微珠含量对冲击强度的影响

玻璃微珠试样的冲断断面 SEM 照片如图 3 所示。图 3 表现出脆性断口的特征, 无韧窝存在。

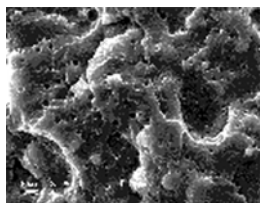


图3 含 30% 玻璃微珠试样的冲断断面 SEM 照片

2.2 玻璃微珠含量对拉伸性能的影响

图 4 示出玻璃微珠含量对复合材料拉伸性能的影响。从图 4 可看出, 加入玻璃微珠后复合材料的拉伸强度和拉伸弹性模量比纯含油 MC 尼龙高。玻璃微珠含量在 15% ~20% 时复合材料具有较好的拉伸性能。

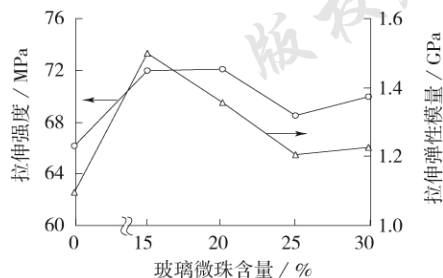


图4 玻璃微珠含量对拉伸性能的影响

加入玻璃微珠时, 提高复合材料强度的因素有:

(1) 玻璃微珠颗粒的加入, 使晶核急剧增多, 晶粒变小;

(2) 玻璃微珠颗粒对裂纹的扩展起到“钉扎”作用;

(3) 玻璃微珠颗粒增加了复合材料的表面粗糙度和断裂表面的表面积, 从而吸收更多的断裂能量。

降低复合材料强度的因素有:

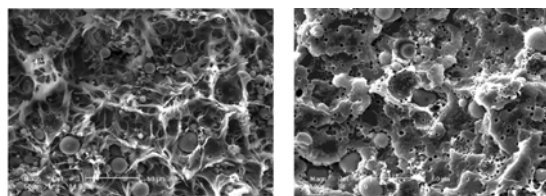
(1) 可能在玻璃微珠颗粒周围存在微裂纹, 容易形成应力集中;

(2) 过多的玻璃微珠颗粒分散性差, 还会破坏复合材料中基体的连续结构。

当玻璃微珠含量在 15% ~20% 时正面作用要

大于负面作用, 拉伸强度升高; 当含量高于 20% 时, 负面作用大于正面作用, 拉伸强度降低。

图 5 示出玻璃微珠含量分别为 20%、30% 时拉伸试样的 SEM 照片。从图 5 可看出, 玻璃微珠含量 30% 时会出现比较严重的颗粒团聚现象。



(a) (b)

a—含 20% 玻璃微珠; b—含 30% 玻璃微珠

图5 含玻璃微珠试样的拉伸断面 SEM 照片

2.3 玻璃微珠含量对弯曲性能的影响

图 6 示出玻璃微珠含量对复合材料弯曲性能的影响。从图 6 可看出, 玻璃微珠使复合材料的弯曲强度和弯曲弹性模量提高, 并且在玻璃微珠含量为 15% ~20% 时具有较好的弯曲性能。产生这种现象的原因与拉伸时相类似。

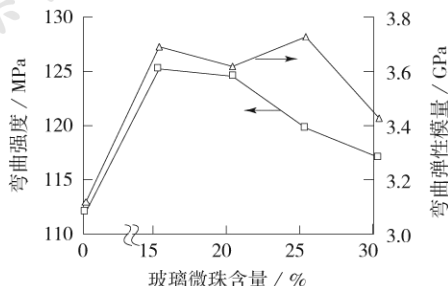


图6 玻璃微珠含量对弯曲性能的影响

2.4 玻璃微珠含量对硬度的影响

图 7 示出玻璃微珠含量对复合材料布氏硬度的影响。从图 7 可看出, 玻璃微珠使复合材料的硬度提高, 这可能是由于加入的玻璃微珠细小颗粒起到了结晶核心的作用, 在一定程度上提高了复合材料的结晶度。

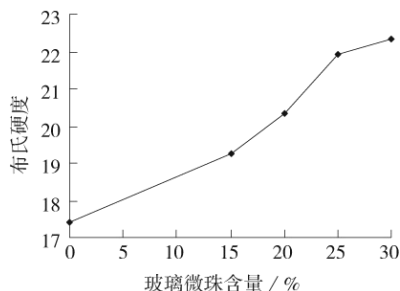


图7 玻璃微珠含量对布氏硬度的影响

3 结论

(1) 玻璃微珠使复合材料的冲击强度有所降

低。

(2) 玻璃微珠提高了复合材料的拉伸性能和弯曲性能,在玻璃微珠含量为 15% ~20% 时提高幅度较大。

(3) 玻璃微珠可以在一定程度上提高复合材料的硬度。

参 考 文 献

- 1 孙向东,孙旭东,张慧波. MC 尼龙改性研究的新进展. 工程塑料应用,2003,31(2):59
- 2 李根臣,郑志才,李荣云. 改性 MC 尼龙在摩擦轮上的应用. 工程塑料应用,1997,25(6):35
- 3 刘学禄,傅世昭,王青思. 改性 MC 尼龙管道的制备与应用. 工程塑料应用,1998,26(5):14
- 4 曲建俊,罗云霞,张云志,等. 含油 MC 尼龙的摩擦磨损特性及应用. 工程塑料应用,1994,22(3):11
- 5 李国禄. MC 尼龙的改性及摩擦性能的研究:[博士论文]. 北京:清华大学,1999.

- 6 李国禄,刘金海,王昆林,等. SiC 微粒填充铸型尼龙复合材料的 研究. 河北工业大学学报,2000,29(6):69
- 7 Li R K Y, Liang J Z, Tjong S C. Morphology and dynamic mechanical properties of glass beads filled low density polyethylene composites. Journal of Materials Processing Technology, 1998, 79(1-3):59
- 8 Lee J, Yee A F. Fracture behavior of glass bead filled epoxies: Cleaning process of glass beads. Journal of Applied Polymer Science, 2001, 79(8):1371
- 9 Zen gin H, Hu B, Siddiqui J A, et al. Effects of surface modification of glass beads with poly(acrylic acid) . Designed Monomers and Polymers, 2002, 5(2-3):173
- 10 Lee J, Yee A F. Inorganic particle toughening. I. Micro-mechanical deformations in the fracture of glass bead filled epoxies. Polymer, 2001, 42(2):577
- 11 Yuan Qiang, Jiang Wei, An Lijia. Mechanical and thermal properties of high-density polyethylene toughened with glass beads. Journal of Applied Polymer Science, 2003, 89(8):2102

STUDY ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF GLASS BEADS MODIFYING OIL FILLED MC NYLON

Li Guolu¹, Hu Yun^{1,2}, Liu Jinhai¹, Li Yuping³, Chen Zhiyun³

(1. School of Materials Science and Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China;

2. Department of Mechanical and Electrolrical Engineering, Xingtai Institute of Professional Technology, Xingtai 054035, China;

3. Shijiazhuang Rear Earth Engineering Plastic Factory, Shijiazhuang 050061, China)

ABSTRACT The mechanical properties of glass beads modifying oil filled MC nylon were investigated. The results showed that glass beads led to the decrease of impact strength. The tensile strength, modulus of elasticity in tension, flexural strength and flexural modulus of elasticity in flexure were all increased, especially at 15% -20% content of glass beads. The hardness of composites was also increased.

KEYWORDS glass bead, oil filled MC nylon, mechanical property, composite

欢迎订阅《2003 年塑料助剂和塑料加工应用技术研讨会论文集》

为推动我国工程塑料加工应用技术进步,中国工程塑料工业协会加工应用专委会与塑料助剂专委会于 2003 年 11 月 4 日 ~7 日联合在浙江余姚市召开“2003 年塑料助剂和塑料加工应用技术研讨会”。为配合这次会议,《工程塑料应用》杂志社从本次会议征集的众多会议论文中优选了 105 篇优秀论文,编辑出版了本次会议的《论文集》。论文内容涉及有关塑料助剂和工程塑料的合成、改性、生产、加工、应用、测试、模具、加工设备、文献综述、供需市场及预测等。在这些论文中,有新型塑料助剂、国内外塑料助剂进展及市场、塑料加工新工艺、塑料改性新技术、塑料新材料及其应用,以及塑料模具与设备改进、计算机在塑料模具设计制造中的应用等反映塑料助剂及塑料改性、加工、应用等方面最新发展的论文。

该《论文集》内容丰富、技术水平高,集中研讨了当前行业人士关心的“热点”、“难点”问题,给塑料行业今后的发展指出了明确的方向。适于从事塑料助剂、工程塑料的研究、

生产和教学的工程技术人员、大专院校师生阅读。另我社尚有部分 2002 年、2001 年和 2000 年编辑出版的《论文集》,价格优惠,欢迎广大读者同时订阅。

《2003 年塑料助剂和塑料加工应用技术研讨会论文集》 50 元/册;
《2002 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》 40 元/册;
《2001 年中国工程塑料加工及模具技术研讨会论文集》 30 元/册;
《2000 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》 20 元/册。

邮局汇款

收款单位: 山东省济南市 108 信箱杂志社
邮政编码: 250031
电话: 0531-5816706-805, 802 5947355

银行汇款

户名: 中国兵器工业集团第五三研究所
开户银行: 济南市工商银行八一分理处
帐号: 1602001209014424079