

动态注射成型短玻纤增强高密度聚乙烯力学性能的研究^{*}

黄仁义 吴宏武 李倩兮 谢祚巍

(华南理工大学聚合物新型成型装备国家工程研究中心,广州 510640)

摘要 在不同的振动条件下注射成型短玻纤增强高密度聚乙烯复合材料。实验表明,振动可以有效地改善玻纤在树脂基体中的分散取向状况,提高复合材料的力学性能。与稳态注射成型的复合材料相比,动态注射成型复合材料的拉伸强度最大可提高 11.1%,冲击强度最大可提高 11.4%。

关键词 短玻璃纤维 增强 高密度聚乙烯 动态注射成型 纤维取向

玻纤增强树脂基复合材料以其优异的性能而得到广泛的应用。目前对玻纤增强树脂基复合材料的研究主要集中在改善玻纤与基体之间的相容性方面^[1~4]。玻纤增强树脂基复合材料的性能除了受玻纤与基体之间界面相容性的影响之外,玻纤在基体中的分散取向、纤维含量、纤维长度等对其性能也有很大影响^[5~7]。电磁动态注射成型的研究结果表明,振动力场能有效地改善填料在基体中的分散效果^[8,9],有效地提高复合材料的性能。笔者利用电磁动态注射成型设备在动态条件下注射成型短玻纤增强高密度聚乙烯(HDPE)复合材料,研究了振动频率和振幅对其力学性能的影响。

1 实验部分

1.1 主要原料

HDPE: 2911, 中国石油抚顺石化公司;
无碱短玻纤: 长度为 3.3 mm, 台湾玻璃公司;
(乙烯/乙酸乙烯酯) 共聚物(E/VAC): VAC 质量分数为 18%, 北京有机化工厂;
马来酸酐(MAH): 市售。

1.2 主要设备、仪器

双螺杆挤出机: SVA-113-380C 型, 江苏科亚化工设备公司;

高速混合机: GH100Y 型, 北京市塑料机械厂;

电磁动态注塑机: DP II-90T 型, 华南理工大学;

台式万能拉伸测试仪: INSTRON5566 型, 美国 Instron 公司;

摆锤冲击试验机: POE2000 型, 美国 Instron 公司;

自动研磨机: Buehler Beta 型, 美国 Buehler 公司;

扫描电子显微镜(SEM): XL-30 型, 荷兰 Philips 公司。

1.3 试样制备

将 HDPE 与 E/VAC 按 1:1 的质量比与适量的 MAH 和其它助剂在高速混合机中混合后, 用双螺杆挤出机挤出, 制得 HDPE/(E/VAC)-g-MAH 粒料。

将质量分数 60% 的 HDPE、30% 的短玻纤、10% 的 HDPE/(E/VAC)-g-MAH 及其它助剂混合后, 利用双螺杆挤出机挤出造粒, 在电磁动态注塑机上注射成型标准试样。

1.4 性能测试

拉伸强度按 ASTM D618-00 测试;

冲击强度按 ASTM D1822-99 测试。

2 结果与讨论

2.1 振动频率、振幅对复合材料拉伸强度的影响

图 1 为振动频率对短玻纤增强 HDPE 复合材料拉伸强度的影响曲线。

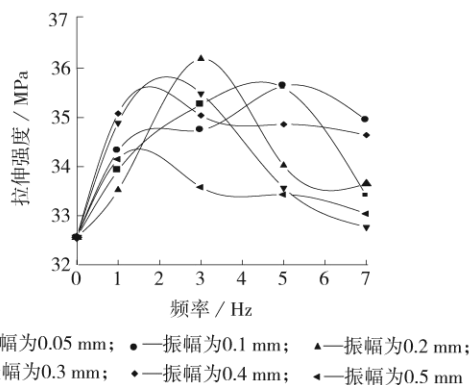


图 1 振动频率对复合材料拉伸强度的影响

由图 1 可以看出, 在不同振幅的动态加工条件下, 随着振动频率的增大, 复合材料的拉伸强度都有一个拐点, 即在不同的振幅下复合材料的拉伸强度对振动频率的响应都有一个最佳点。当振动频率为 3 Hz、振幅为 0.2 mm 时, 复合材料的拉伸强度达到

^{*} 教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-04-0820)

收稿日期: 2005-11-30

最大值 36.19 MPa, 比稳态注射成型复合材料的拉伸强度 (32.56 MPa) 提高 11.1%。

图 2 是振幅对短玻纤增强 HDPE 复合材料拉伸强度的影响曲线。

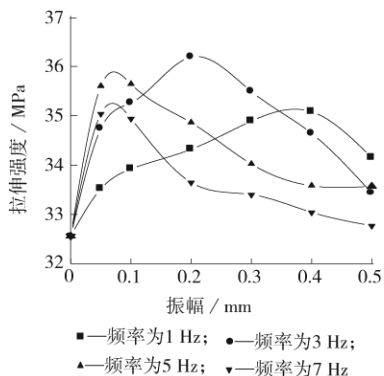


图2 振幅对复合材料拉伸强度的影响

由图 2 也可以看出, 在不同的振动频率下复合材料的拉伸强度随振幅的增加也有一个最佳点, 不同振动频率下复合材料的最大拉伸强度对应不同的振幅。当振动频率为 3 Hz、振幅为 0.2 mm 时, 复合材料的拉伸强度达到最大值。

综合图 1、图 2 可以看出, 动态注射成型复合材料的拉伸强度比稳态注射成型复合材料的拉伸强度高, 说明动态注射成型加工可以有效地提高复合材料的拉伸强度。当振动频率为 3 Hz、振幅为 0.2 mm 时, 振动对复合材料拉伸强度的影响最大, 此时拉伸强度达到最大值。

2.2 振动频率、振幅对复合材料冲击强度的影响

图 3 为振动频率对短玻纤增强 HDPE 复合材料冲击强度的影响曲线。

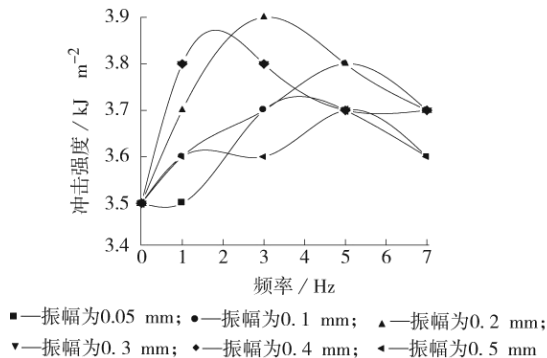


图3 振动频率对复合材料冲击强度的影响

由图 3 可以看出, 在不同振幅下复合材料的冲击强度随振动频率的增大而先提高后降低, 当振动频率为 3 Hz、振幅为 0.2 mm 时, 复合材料的冲击强度达到最大值, 从稳态注射成型时的 3.5 kJ/m^2 提高到 3.9 kJ/m^2 , 提高 11.4%。

图 4 为振幅对短玻纤增强 HDPE 复合材料冲击强度的影响曲线。

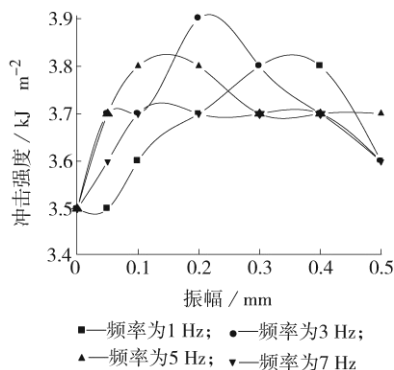


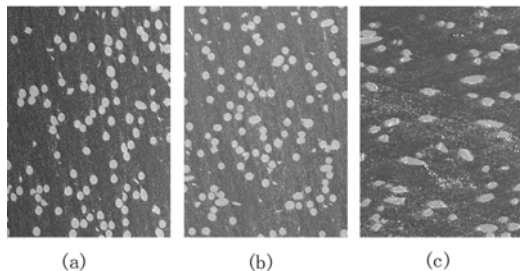
图4 振幅对复合材料冲击强度的影响

由图 4 也可以看出, 在不同的振动频率下复合材料的冲击强度随着振幅的增大也是先提高后降低, 当振动频率为 3 Hz、振幅在 0.2 mm 附近时, 复合材料的冲击强度达到最大值。

综合图 3、图 4 可以看出, 动态注射成型可以有效地提高复合材料的冲击强度, 当振动频率为 3 Hz、振幅在 0.2 mm 附近时, 振动对复合材料冲击强度的影响最大, 此时冲击强度达到最大值。

2.3 复合材料的微观结构分析

通常纤维增强复合材料存在皮-芯层结构, 芯层内的纤维由于在成型时受到的剪切力较小且冷却缓慢, 其混乱度较大, 使复合材料的力学性能较差。图 5 是动态和稳态加工条件下短玻纤增强 HDPE 复合材料冲击试样皮层和芯层端面抛光后的 SEM 照片。由图 5a 可以看出, 纤维端面变形较小基本都呈圆形, 纤维沿熔体流动方向的取向较完全; 由图 5b 可以看出, 纤维端面大多呈圆形, 少量纤维端面呈椭圆形; 由图 5c 可以看出, 纤维端面的变形较大。对比图 5a、图 5b、图 5c 可以看出, 振动力场的引入能够有效地改善纤维在基体中的取向效果, 振动能使



a—皮层(动态注射成型); b—芯层(动态注射成型);

c—芯层(稳态注射成型)

图5 动态和稳态加工条件下复合材料冲击试样

垂直于熔体流动方向端面抛光后的 SEM 照片

复合材料的皮层与芯层基本具有相同的结构, 因而提高了复合材料的力学性能。

图 6 是动态注射成型短玻纤增强 HDPE 复合材料试样冲击断面的 SEM 照片。由图 6 可以看出, 增强纤维表面有较多的粘附物, 表明纤维与基体之间的界面相容性较好。基体中添加的增容剂在振动力场的作用下粘附在更多的纤维表面, 增强了纤维与基体之间的界面作用, 当基体受力时, 纤维被拔出或发生断裂, 需消耗更多的能量, 从而提高了复合材料的冲击强度。

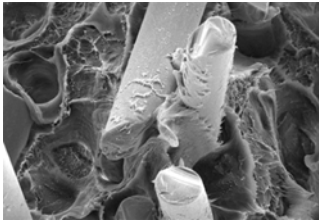


图 6 动态注射成型复合材料冲击试样断面的 SEM 照片

3 结论

动态注射成型可以有效地提高复合材料的拉伸强度、冲击强度, 在振动频率为 3 Hz、振幅为 0.2 mm 的动态成型条件下, 复合材料的拉伸强度、冲击强度达到最大值, 与稳态注射成型的复合材料相比, 其拉

伸强度提高 11.1%, 冲击强度提高 11.4%。

复合材料的微观结构分析表明, 动态注射成型能有效地改善纤维在基体中的分散取向状况, 纤维与基体之间有较好的界面粘结, 有效地提高了复合材料的力学性能。

参考文献

1 张云灿, 陈瑞竹, 刘素良. 玻璃纤维增强 PP 性能、界面及基体晶态研究. 复合材料学报, 1994, 11(2): 97

2 陈占勋, 李视英, 许淑灵. 增强 HDPE 用玻纤的活化. 现代塑料加工应用, 1997, 8(6): 12

3 赵若飞, 周晓东, 戴干策. 玻璃纤维增强聚丙烯界面处理研究进展. 玻璃钢/复合材料, 2000, 5(3): 49

4 徐蓉, 邢帆, 林汗昭, 等. 聚丙烯/玻璃纤维的界面改性研究(Ⅲ): 界面改性的复合效应. 广州化工, 2001, 29(1): 25

5 毕鸿章. 玻纤直径、切断长度、偶联剂对 FRTP 机械性能的影响. 建材工业信息, 1995(24): 5

6 陈民杰, 张勇, 张隐西. 短玻纤增强聚丙烯的研究进展. 中国塑料, 2004, 18(8): 1

7 段德晶, 李志刚. 短切无碱玻璃纤维增强聚丙烯改性料的研究. 工程塑料应用, 1999, 27(12): 12

8 彭响方, 瞿金平. 振动力场作用下聚合物填充体系挤出混合特性. 塑料工业, 1999, 27(2): 41

9 刘国强, 瞿金平, 杜立刚, 等. 正弦脉动流动场对 CaCO₃ 在 PP 熔体中的分散作用. 工程塑料应用, 2004, 32(4): 25

STUDY ON MECHANICAL PROPERTY OF DYNAMIC INJECTION MOLDING SHORT GLASS FIBER REINFORCED HDPE

Huang Renyi, Wu Hongwu, Li Qianxi, Xie Zuowei

(National Engineering Research Center of Novel Equipment of Polymer Processing, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

ABSTRACT Short glass fiber reinforced high density polyethylene(HDPE) composites are injection molded in different dynamic conditions. The result shows that vibration can improve the dispersion and orientation of glass fiber effectively and the mechanical properties of composites. The maximum tensile strength of composite by dynamic injection molding is increased by 11.1%, and the maximum impact strength is increased by 11.4%, compared with those of composite by steady injection molding.

KEYWORDS short glass fiber, high density polyethylene, reinforcement, dynamic injection molding, fiber orientation

欢迎查询有关广告

对于在我刊刊登的所有广告, 如读者需要查询更详细的资料或了解情况, 请填好《读者查询广告资料服务卡》后寄回或来函。本杂志社将为您提供或转请有关单位提供资料, 以满足您的要求。如需购买任何广告单位的材料、设备、仪器及配件等产品, 我社将帮助您联系, 以保证产品质量, 争取优惠价格。欢迎各单位在我刊刊登广告。刊登办法函索即寄。

《工程塑料应用》读者查询广告资料服务卡

No _____

读者姓名 _____ 单位 _____

通讯地址 _____ 电话 _____ 邮政编码 _____

欲获得《工程塑料应用》 _____ 年第 _____ 期第 _____ 页 _____

广告中有关 _____ 的详细资料。

如空位不够, 请另附纸。填好后请寄回。

山东省济南市 108 信箱杂志社

邮政编码: 250031