

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.02.007

玻璃纤维增强 PPBES 基复合材料性能

郑亮

(中石油辽河油田分公司钻采工艺研究院, 辽宁盘锦 124010)

摘要:以共聚型二氮杂萘联苯结构聚醚砜(PPBES)树脂为基体,连续玻璃纤维(GF)为增强体,通过溶液预浸,热压成型工艺制备单向复合材料。通过对树脂溶液黏度、复合材料纤维体积含量测试,并对复合材料样条进行三点弯曲、层间剪切试验,研究了纤维体积含量对复合材料力学性能的影响,借助断面形貌分析了复合材料受力破坏模式。结果表明,PPBES/GF复合材料的弯曲强度随纤维体积分数的增加呈现先增大后减小的趋势,极值出现在纤维体积分数为57%时,弯曲弹性模量和层间剪切强度随纤维体积分数的增加呈现逐渐增大的趋势,复合材料的受力破坏模式为界面脱粘破坏和树脂基体内部破坏同时存在。

关键词:聚醚砜;玻璃纤维;复合材料;力学性能

中图分类号: TQ327.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)02-0025-03

Research on Properties of Glass Fiber Reinforced PPBES Composites

Zheng Liang

(Drilling & Production Technology Research Institute of Liaohe Oilfield Company, China National Petroleum Corporation, Panjin 124010, China)

Abstract: Continuous glass fiber reinforced copoly (phthalazinone biphenyl ether sulfone) (PPBES) composites were prepared using a solution impregnation process and hot-press molding method. The solutions viscosities and fiber volume fraction of composites were tested. The effects of fiber volume fraction on mechanical properties were studied by three points bending, interlaminar shearing, and SEM test. The results showed that the flexural property of PPBES/GF composites went to the peak at 57vol.%. The flexural modulus and interlaminar shear strength increased with increasing fiber volume content. The fracture mode were both interface failure and matrix failure.

Keywords: PPBES; glass fiber; composites; mechanical property

连续玻璃纤维(GF)增强热塑性树脂基复合材料性能优异,如比强度和比刚度高、成本低、可回收利用和耐腐蚀等,已成为一种颇具竞争力的材料,广泛应用于电子、化工和机械等领域^[1-2]。共聚型二氮杂萘联苯结构聚醚砜(PPBES)树脂作为新型高性能特种工程塑料,含有独特的全芳环扭曲非共平面结构单元,其在兼顾优异的力学性能和耐高温性(玻璃化转变温度为284℃)的同时还可溶于特定的有机溶剂,是高性能复合材料的重要基体树脂之一。

笔者以PPBES树脂为基体,连续GF为增强体,通过溶液预浸,热压成型工艺制备单向复合材料。考察了纤维体积含量对复合材料力学性能的影响,借助扫描电子显微镜(SEM)分析复合材料受力破坏模式。

1 实验部分

1.1 原材料

PPBES:DHPZ:BP=6:4,特性黏度为0.45

dL/g(25℃,氯仿溶液),大连宝力摩新材料有限公司;

GF:ER13,浙江巨石有限公司。

1.2 仪器与设备

旋转式黏度计:NDJ-4型,上海羽通仪器仪表厂;

万能实验机:AG-2000A型,日本岛津公司;

SEM:KYKY2800型,中科科仪技术发展股份有限公司。

1.3 试样制备

(1) GF预处理

为了去除连续GF表面的偶联剂,将GF在400℃下烘烤1h,然后放置在干燥器中备用。

(2) 树脂溶液及复合材料预浸料的制备

针对PPBES可溶于特定极性有机溶剂的特点,

联系人:郑亮,博士,主要从事高分子材料及复合材料应用研究

收稿日期:2011-12-23

采用溶液共混法制备树脂溶液。采用溶液浸润法在自制浸胶机上制备复合材料预浸料。

(3) 复合材料单向板成型工艺

采用热压成型法制备单向复合材料。将预浸料剪裁成模具大小,取4~8片放入模具中,在热压机上成型。

1.4 测试方法

溶液黏度用旋转式黏度计在23℃下测试。

弯曲强度和模量采用三点法按GB 3356-1999测试计算,采用万能实验机,压头下降速率为5 mm/min。

层间剪切强度按GB 3356-1982测试计算,采用万能实验机,压头下降速率为2 mm/min。

用SEM对样条断面进行观察并拍照。

2 结果与讨论

2.1 树脂溶液浓度对溶液黏度及复合材料纤维体积分含量的影响

图1为PPBES溶液黏度随树脂溶液浓度变化趋势图。

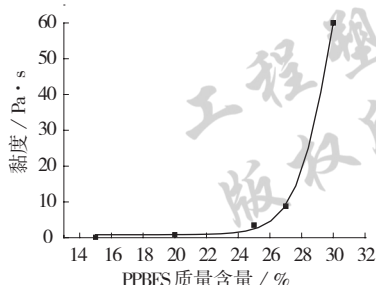


图1 PPBES溶液浓度对树脂溶液黏度的影响

由图1可以看出,PPBES溶液黏度随树脂溶液浓度的增大呈现出指数级增大的趋势。这是由于聚合物大分子的流动是分子链重心沿流动方向发生位移和链间相互滑移的结果。随着溶液中PPBES含量的增加,单位体积内分子数目和链段数目增多,分子间相互作用变大,分子链间的缠结点也增多,引起流动单元变大,使运动阻力增大,表现为聚合物溶液黏度增加。

PPBES/GF复合材料纤维体积分含量随聚合物溶液浓度及黏度的变化趋势如图2和图3所示。

由图2、图3可看出,PPBES/GF复合材料的纤维体积分含量随PPBES溶液浓度和黏度增大而降低。其中纤维体积分含量与PPBES溶液黏度有较好的线性关系。因此,PPBES基复合材料纤维体积分含量可以通过改变PPBES溶液的浓度,从而改变溶液黏度来调节。

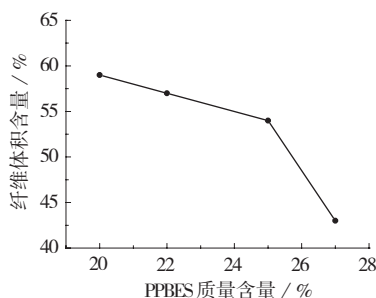


图2 PPBES溶液浓度对PPBES/GF复合材料纤维体积分含量的影响

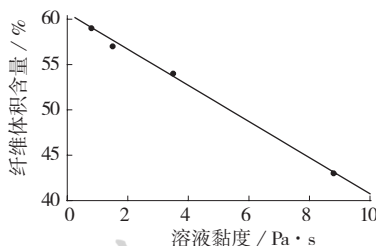
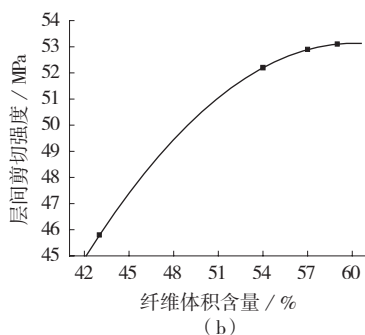
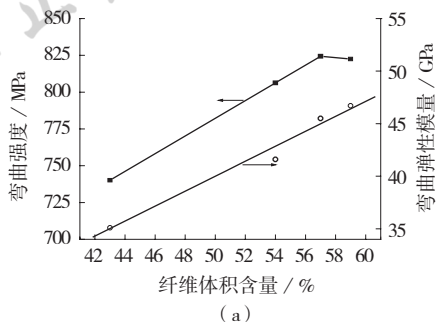


图3 PPBES溶液黏度对PPBES/GF复合材料纤维体积分含量的影响

2.2 纤维体积分含量对复合材料力学性能的影响

图4为纤维体积分含量对PPBES/GF复合材料力学性能的影响。



a—弯曲性能;b—层间剪切强度

图4 纤维体积分含量对PPBES/GF复合材料力学性能的影响

由图4可见,PPBES/GF复合材料的弯曲强度在纤维体积分含量为43%~57%呈现出线性增大的趋势,但当纤维体积分含量大于57%时,弯曲强度下降,相对于“混合定律”产生负背离^[3,4]。这是因为过低的树脂基体含量使复合材料内部产生贫胶缺陷,导致弯曲强度下降。PPBES/GF复合材料的

弯曲弹性模量——纤维体积含量曲线很好地符合了“混合定律”,呈现线性增大的趋势。这主要因为 GF 的模量要远远大于 PPBES 树脂基体模量,PPBES/GF 复合材料的弯曲模量主要取决于 GF 的体积含量。PPBES/GF 复合材料的层间剪切强度随 GF 体积含量的增加而增大,但增大的趋势逐渐减缓,当 GF 体积含量从 54% 增加到 59% 时,层间剪切强度仅增大 1.2 MPa。

图 5 为溶液黏度对 PPBES/GF 复合材料层间剪切强度的影响。由图 5 可见,在低黏度区间(0.8~3.5 Pa·s),随着溶液黏度的增大 PPBES/GF 复合材料层间剪切强度的下降趋势很小;但当黏度继续增大,PPBES/GF 复合材料层间剪切强度的下降趋势明显加快。这说明低溶液黏度有利于 GF 的浸润,从而增大复合材料的界面粘接强度^[5-6]。综合考虑纤维体积含量对 PPBES/GF 复合材料各项力学性能的影响,最佳 GF 体积含量为 57%。

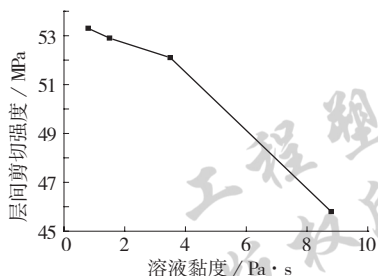


图 5 溶液黏度对 PPBES/GF 复合材料层间剪切强度的影响

2.3 复合材料受力破坏模式

图 6 为 PPBES/GF 复合材料破坏表面的 SEM 照片。

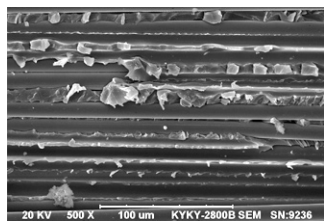


图 6 PPBES/GF 复合材料破坏表面 SEM 照片

从图 6 可以看出, PPBES/GF 复合材料的破坏模式较为复杂,在 PPBES/GF 复合材料的破坏表面可以同时发现界面脱粘破坏和树脂基体内部破坏两种破坏模式。在破坏表面发现部分树脂基体呈现出柔性变形的特征。这说明 PPBES/GF 复合材料具有更高的界面粘接力,复合材料在受力时,树脂基体可以更为有效地将应力传递给 GF,使更多 GF 承载应力,在破坏时树脂发生柔性变形吸收更多的能量。

3 结论

(1) PPBES 溶液黏度随树脂溶液浓度的增大呈现出指数级增大的趋势, PPBES/GF 复合材料纤维体积含量随 PPBES 溶液浓度和黏度增大而降低。

(2) PPBES/GF 复合材料的弯曲强度随纤维体积含量的增加呈现先增大后减小的趋势,弯曲弹性模量和层间剪切强度随纤维体积含量的增加呈现逐渐增大的趋势。综合考虑各项力学性能, PPBES/GF 复合材料的最佳纤维体积含量为 57%。

(3) PPBES/GF 复合材料的受力破坏模式为界面脱粘破坏和树脂基体内部破坏同时存在。

参考文献

- [1] 何东晓. 先进复合材料在航空航天的应用综述[J]. 高科技纤维与应用, 2006, 31(2): 9-11.
- [2] Yoon N S, Kono K, Takagishi T. The application of thermoplastic matrix composites to chemical industry[J]. Journal of Applied Polymer Science, 1995, 55: 351-356.
- [3] Thomason J L. Structure-property relationships in glass-reinforced polyamide, part 1: the effects of fiber content[J]. Polymer Composites, 2006, 27(5): 552-562.
- [4] Richard C P, Jack E L, Michael S M. Micromechanics for fiber volume percent with a photo cure vinyl ester composite[J]. Polymer Composites, 2007, 28(3): 294-310.
- [5] Drzal L T, Rich M J, Koenig M F, et al. Adhesion of graphite fibers to epoxy matrices II: The effect of fiber finish[J]. The Journal of Adhesion (Print), 1983, 22(16): 133-152.
- [6] Drzal L T. Composite interphase characterization[J]. Sample Journal, 1983, 55(19): 7-14.

青岛顺德塑料机械有限公司开发 BOPET 生产线

随着太阳能的广泛应用和电子航天技术的飞速发展 BOPET 片材越发显示出强大的用途。由于其本身的耐磨、耐高温、高抗冲、高回收的性能, BOPET 片材广泛应用于太阳能发电、太阳能采热、电脑、电视显示屏、电机绝缘、线路板、MP3、DVD 等, 是一种极有发展前途的产品。但由于 BOPET 片材在生产过程中, 技术要求高、难度大, 长期被欧美几个企业垄断。近年, 青岛顺德塑料机械有限公司投入巨

资研发生产 BOPET 生产线获得成功, 2011 年全面推向市场, 各项技术指标完全达到欧美标准, 其中主机挤出设计、加热系统、节电节能系统等三个方面独具创新, 超过某些工业发达国家的水平。彻底打破了西方发达国家的垄断, 每年可为国家节省大量外汇资金, 至目前为止, 我国已进口一百多条生产线, 按每条 3000 万美元计算, 已花费 30 多亿美元, 同时每年还进口了大量 BOPET 片材制品, 两项合计不少于一百亿美元。(芳)