

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.03.007

聚苯醚/聚苯乙烯/纳米二氧化硅复合材料的制备及其结构与性能

宋芳¹,姜立忠²,刘成阳³

(1. 天津市口腔医院,天津 300041; 2. 中国化工集团公司,北京 101318; 3. 中国兵器工业集团第五三研究所,济南 250031)

摘要:通过熔融共混法制备了聚苯醚(PPE)/聚苯乙烯(PS)/纳米二氧化硅(SiO_2)复合材料,并采用透射电子显微镜、扫描电子显微镜、力学性能测试及Hakke流变仪等研究了复合材料的结构与性能。结果表明,纳米 SiO_2 均匀分散在PPE/PS基体中,粒径随着 SiO_2 含量的增加而增大;随着纳米 SiO_2 含量的增加,复合材料的拉伸强度、断裂伸长率和缺口冲击强度呈现先增大后降低的趋势,弯曲强度和玻璃化转变温度逐渐增大,蠕变量则逐渐降低。

关键词:聚苯醚;纳米二氧化硅;复合材料

中图分类号: TQ322.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)03-0030-03

Preparation of PPE/PS/ SiO_2 Nanocomposites and Its Structure and PropertiesSong Fang¹, Jiang Lizhong², Liu Chengyang³

(1. Tianjin Stomatological Hospital, Tianjin 300041, China; 2. China National Chemical Corporation, Beijing 101318, China; 3. CNGC Institute 53, Jinan 250031, China)

Abstract: PPE/PS/nano- SiO_2 composites were prepared by melt blending. The structure and properties of the composites were studied by TEM, SEM, mechanical properties test and Hakke rheometer etc. The results indicated that nano- SiO_2 particles dispersed in PPE/PS matrix homogeneously and the size of particles increased with increase of nano- SiO_2 content. With increase of nano- SiO_2 content, the tensile strength, elongation at break and notched impact strength of PPE/PS/nano- SiO_2 composites increased first and then decreased, flexural strength and glass transition temperature of the composites increased gradually, moreover, creep deformation of the composites decreased gradually.

Keywords: poly(2,6-dimethyl-1,4 phenylene oxide); nano-silica; composite

聚苯醚(PPE)具有优良的综合性能,如使用温度范围广、吸水性小、力学性能和电性能优异等,但其熔体黏度高、加工成型性差、不易注射成型等缺点使得其实际应用受到限制^[1-2]。因此常采用与PPE在宽组成范围内相容性很好的聚苯乙烯(PS)改善PPE的加工流动性,由此制备的PPE/PS合金具有优异的低吸湿率、易加工和良好的尺寸稳定性等性能。但是PS的加入会导致PPE的力学、耐热等性能下降^[3]。

研究表明,将纳米二氧化硅(SiO_2)加入到聚合物基体中,其与高分子链之间可以形成物理或化学作用,使粒子与基体间的界面粘结强度增大,从而提高复合材料的强度、韧性及耐磨性能等^[4-6]。

笔者将纳米 SiO_2 与高抗冲聚苯乙烯(PS-HI)和PPE通过双螺杆挤出机进行熔融共混,制得PPE/PS/纳米 SiO_2 复合材料,然后对其结构与性能进行了研究,以期得到综合性能较好的PPE/PS/纳米 SiO_2 复合材料。

1 实验部分

1.1 主要原料

PPE:特性黏度0.4 dL/g,蓝星化工新材料股份有限公司芮城分公司;

PS-HI:HIPS632EP,上海赛科石油化工有限公司;

纳米 SiO_2 :A200,德固赛公司。

1.2 主要设备及仪器

高速混合机:SHR-50A型,张家港华明机械有限公司;

双螺杆挤出机:CTE-35型,长径比35,科倍隆(南京)机械有限公司;

注塑机:MA1200/370型,宁波海天塑机集团有限公司;

万能材料试验机:Z030型,德国Zwick公司;

联系人:姜立忠,博士,高级工程师,主要从事高性能聚合物的制备及聚合物结构与性能关系的研究

收稿日期:2012-01-10

摆锤冲击试验机: HIT50 型, 德国 Zwick 公司;

透射电子显微镜(TEM): H-800-1 型, 日本日立公司;

场发射扫描电子显微镜(SEM): S-4800 型, 日本日立公司;

旋转流变仪: MARS 型, 德国 Hakke 公司。

1.3 试样制备

按一定比例将 PPE, PS-HI 和纳米 SiO_2 等在高混混合机中搅拌 3~5 min, 然后将混合好的原料投入到双螺杆挤出机中熔融、混炼、挤出、造粒(挤出工艺为挤出温度 240~280℃, 螺杆转速 260 r/min), 干燥备用, 最后采用注塑机注塑成标准试样(注塑工艺条件为注射温度 240~300℃, 注塑压力 80 MPa, 注射速率 70 g/s, 模具温度 60℃)。

1.4 性能测试

利用 TEM 观察纳米 SiO_2 粒子的形态并拍照;

利用 SEM 观察 PPE/PS/纳米 SiO_2 复合材料的冲击断面并拍照;

利用 Hakke 流变仪测试复合材料的玻璃化转变温度(T_g)及 120℃, 2 min 下的蠕变性能, 测试方法为扭摆法;

拉伸性能按 GB/T 1040-1992 测试, 拉伸速率为 10 mm/min;

弯曲强度按 GB/T 9341-2000 测试, 测试速率为 2 mm/min;

缺口冲击强度按 GB/T 1043-1993 测试。

2 结果与讨论

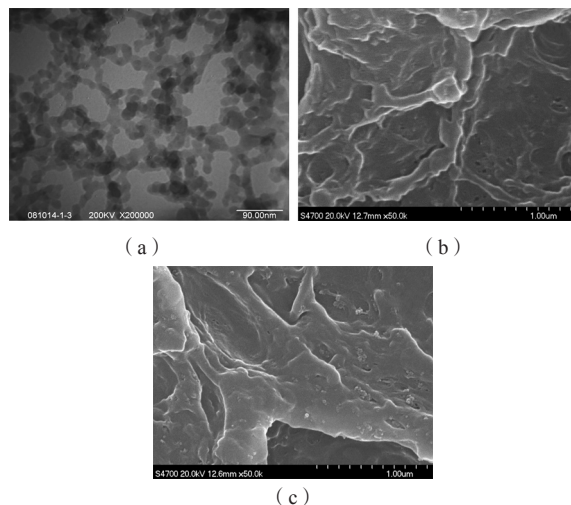
2.1 形态结构分析

图 1 为纳米 SiO_2 的 TEM 照片及 PPE/PS/纳米 SiO_2 复合材料的断面 SEM 照片。

从图 1a 可以看出, 纳米 SiO_2 粒子的粒径为 20 nm, 并呈线型形态。从图 1b、图 1c 可以看出, 纳米 SiO_2 在树脂基体中呈团簇状分散, 粒径分布较为均一, 并且粒子之间彼此隔离。比较发现, 随着纳米 SiO_2 含量的增加, 粒子的尺寸逐渐增大, 当纳米 SiO_2 质量分数由 3% 增加到 6% 时, 其粒径由 60 nm 左右增大到 150 nm 左右, 个别粒子的粒径可以达到 200 nm。这说明纳米 SiO_2 粒子加入到树脂基体后发生一定的团聚, 并且随着纳米 SiO_2 含量的增大, 团聚程度加剧。

2.2 力学性能分析

图 2 为纳米 SiO_2 粒子含量对 PPE/PS/纳米 SiO_2 复合材料力学性能的影响。



a—纳米 SiO_2 粒子; b—纳米 SiO_2 质量分数为 3% 时的复合材料;
c—纳米 SiO_2 质量分数为 6% 时的复合材料

图 1 纳米 SiO_2 粒子的 TEM 照片及 PPE/PS/纳米 SiO_2 复合材料的断面 SEM 照片

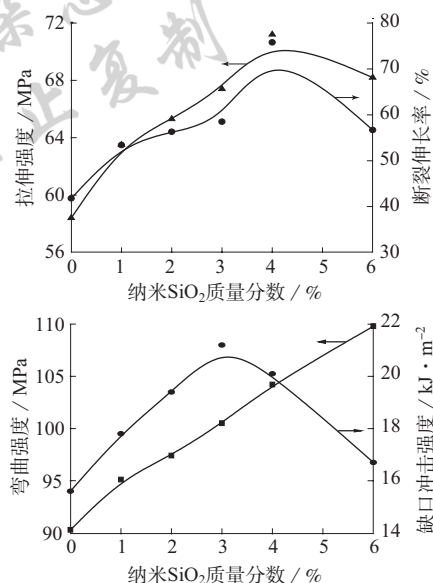


图 2 纳米 SiO_2 含量对 PPE/PS/纳米 SiO_2 复合材料力学性能的影响

从图 2 可以看出, 纳米 SiO_2 明显提高了复合材料的力学性能, 并且随着纳米 SiO_2 含量的增加, 复合材料的拉伸强度和断裂伸长率均呈现先增加后降低的趋势, 且当纳米 SiO_2 质量分数为 4% 时, 两者均出现最大值; 另外, 复合材料的缺口冲击强度也呈现先增大后降低的趋势, 但在纳米 SiO_2 质量分数为 3% 时出现最大值; 弯曲强度则随着纳米 SiO_2 含量的增加而单调增大。从 SEM 分析可知, 当纳米 SiO_2 含量较低时, 大部分的纳米 SiO_2 粒子尺寸小于 100 nm 且在树脂基体中分散均匀, 这些粒子可吸附树脂分子起到物理交联点的作用, 使得复合材料的强度提高; 但当纳米 SiO_2 的含量较高时, 粒子发生

较为严重的团聚,造成纳米效应减弱,从而降低了复合材料的强度。

2.3 热性能分析

图3为纳米SiO₂含量对PPE/PS/纳米SiO₂复合材料 T_g 的影响。从图3可以看出,随着纳米SiO₂含量的增加,复合材料的 T_g 呈现逐渐升高的趋势。这说明纳米SiO₂粒子的加入可以束缚基体分子链的运动,从而提高了复合材料的耐热性能。

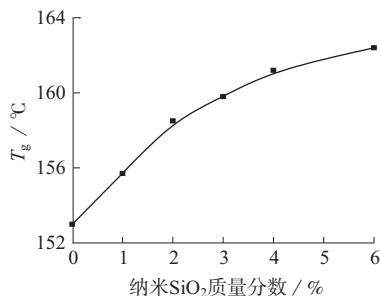


图3 纳米SiO₂含量对PPE/PS/纳米SiO₂复合材料 T_g 的影响

2.4 蠕变性能分析

图4为120℃,2 min下纳米SiO₂含量对PPE/PS/纳米SiO₂复合材料高温蠕变性能的影响。

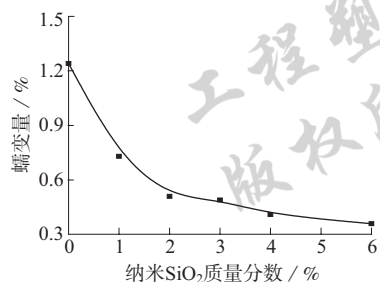


图4 纳米SiO₂含量对PPE/PS/纳米SiO₂复合材料蠕变性能的影响

从图4可以看出,在120℃时,未添加纳米SiO₂粒子的PPE/PS共混物的蠕变量较大,加入纳米

SiO₂粒子后,蠕变量有较大幅度的下降,并且随纳米SiO₂含量的增加呈现逐渐降低的趋势。这说明纳米SiO₂粒子的加入能有效地改善PPE/PS/纳米SiO₂复合材料的蠕变情况,提高了复合材料的弹性。

3 结论

(1)采用熔融共混法成功制备了PPE/PS/纳米SiO₂复合材料。

(2)TEM和SEM观察表明,纳米SiO₂均匀分散在PPE/PS基体中,粒径随着纳米SiO₂含量的增加而增大;

(3)力学性能测试表明,复合材料的拉伸强度、断裂伸长率和缺口冲击强度随纳米SiO₂含量的增加呈现先增大后降低的趋势,弯曲强度和玻璃化转变温度逐渐增大,蠕变量则逐渐降低。

参考文献

- [1] 武德珍,战佳宇,许桂连,等. EPDM-g-MAH对PPO/PA6共混体系结构与性能的影响[J]. 高分子材料科学与工程,2006,22(4):126-129.
- [2] 钱丹,苑会林. 国产聚苯醚合金改性的研究[J]. 工程塑料应用,2007,35(9):21-23.
- [3] 李爱英,常杰云. 聚苯醚改性的研究进展与应用[J]. 工程塑料应用,2011,39(2):96-99.
- [4] Jiang Lizhong, Wang Wencai, Wei Xiaowei, et al. Effects of water on the preparation, morphology, and properties of polyimide/silica nanocomposite films prepared by sol-gel process [J]. Journal of Applied Polymer Science, 2007, 104: 1579-1586.
- [5] 乌润德,童筱莉,周治国. 纳米二氧化硅增强增韧聚丙烯的研究[J]. 工程塑料应用,2003,31(11):15-17.
- [6] 刘丰,郑秋红,李小红,等. 可分散性纳米二氧化硅增强硅橡胶[J]. 复合材料学报,2006(6):61-67.

青岛PVC木塑结皮发泡板生产线通过鉴定

最近,青岛中塑机械制造有限公司研制生产的PVC木塑结皮发泡板建筑模板生产线顺利通过了专家鉴定。PVC木塑结皮发泡板建筑模板生产线采用8项专利技术,可实现连续稳定生产,由该生产线制备的PVC木塑结皮发泡板建筑模板应用前景极为广阔。

由该设备制备的PVC木塑结皮发泡板建筑模板集中了木材和塑料的优点,内部组织分布均匀,表面平整、光洁,强度高,不含甲醛,作为建筑模板使用时易剥离且无需使用脱模剂,具有生产成本低、不易老化、不易变形、自身质量轻、使用次数多、废料可回收再利用等特点,还能防腐、防潮、防蛀、防水,耐候性和耐老化性佳。(中塑在线)

全球塑料加工机械需求年增幅将达6%

根据最新公布的一项市场调研报告称,从现在起到

2015年,全球对塑料加工机械的需求有望保持每年6%的增幅。根据总部位于美国克利夫兰的Freedonia Group Inc公司发布的名为“世界塑料加工机械”的调查报告称,预计到2015年的全球塑料加工机械需求总额将达289亿美元,这要归功于塑料产品生产力度的加大,同时其也受到了全球有利的固定投资环境的推动。

其中,北美的塑料加工机械需求总额将从2010年的约26.4亿美元增至2015年的34.3亿美元,年均增幅将达到5.4%。该报告预测说,从现在起到2015年,中国将占到全球新增塑料加工机械总需求的40%以上。

在各大产品类型中,到2015年的这段时间内,挤出设备的增幅将最快,这主要受到了建筑类支出增长的推动。而注塑设备仍将在整个塑料加工机械市场上占据最大比例,到2015年的需求占比将达40%。(中聚网)