

聚乙二醇/膨胀石墨相变储能复合材料

赵建国^{1,2}, 郭全贵², 刘 朗², 魏兴海², 张金喜²

(1. 山西大同大学化学系, 山西 大同 037009;

2. 中国科学院山西煤炭化学研究所炭材料重点实验室, 山西 太原 030001)

摘要: 利用膨胀石墨孔隙结构的吸附性能, 制备了聚乙二醇/膨胀石墨相变储能复合材料, 用差示扫描热量法研究了材料的热性能。结果表明复合材料的相变温度不随聚乙二醇含量的改变而变化, 材料的相变潜热随着聚乙二醇含量的增加而增加。复合材料的导热性能随着聚乙二醇含量的增加而减小。膨胀石墨的多孔结构对聚乙二醇有很好的吸附性能, 聚乙二醇在固-液相变时, 未见有液态聚乙二醇的渗出。

关键词: 膨胀石墨, 聚乙二醇, 相变材料

中图分类号: TB332

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2008)09-0046-02

Polyethylene glycol/expanded graphite phase change composites for thermal storage

ZHAO Jian-guo^{1,2}, GUO Quan-gui², LIU Lang², WEI Xing-hai², ZHANG Jin-xi²

(1. Department of Chemistry, Shanxi Datong University, Datong 037009, China; 2. Key Laboratory of Carbon Materials,

Institute of Coal Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Taiyuan 030001, China)

Abstract: A kind of polyethylene glycol/expanded graphite phase change materials for thermal storage made of polyethylene glycol impregnated by capillary forces in a compressed expanded graphite supporting matrix are prepared. The thermal properties of phase change materials are characterized by means of differential scanning calorimetry. The results show that latent heats of phase change materials are enlarged with the increasing of the polyethylene glycol quality fraction, however, phase change temperatures keep constant. Thermal diffusivity of polyethylene glycol/expanded graphite phase change materials tends to go up with the decreasing of polyethylene glycol. Cross-linking of expanded graphite can improve the stability of phase change materials, which will prevent polyethylene glycol from diffusing to the outside.

Key words: expanded graphite; polyethylene glycol; phase change material

热能储能能解决热能供求之间在时间和空间上不匹配的矛盾, 其中相变储能的吸热和放热过程几乎可以在恒定温度下进行, 储热密度大, 应用领域广阔^[1-4]。但由于相变储热材料的导热性能不好, 换热性能差, 影响其储能和释能效率。膨胀石墨是由石墨微晶构成的疏松多孔的蠕虫状物质, 它除了保留了鳞片石墨良好的导热性外, 还具有良好的吸附性^[5]。聚乙二醇是一种较好的高分子相变材料, 结晶速率很高, 且具有较大的相变焓、无腐蚀性, 性能较稳定, 不易出现过冷现象和相分离, 且价格便宜。二者也都具有良好的生物相容性。笔者利用聚乙二醇和膨胀石墨复合制备了相变储能材料, 该种材料综合利用了膨胀石墨的高导热性能和聚乙二醇优异

的相变储能性能。2 200 g/mol, 天津市光复精细化工研究所。以天然鳞片石墨为原料, 采用高氯酸和硝酸混合酸为复合氧化插层剂, 冰乙酸为辅助插层剂, 制备了可膨胀石墨, 在 900℃ 的高温下加热膨胀 5 s 制得膨胀石墨^[5]。将上述膨胀石墨在常温下模压成型, 然后在 0.02 MPa 的压力下, 100℃ 的水浴中加热浸渍聚乙二醇, 浸渍时间为 3 h。

1.2 测试方法

高分辨扫描电镜 (SEM) 使用 JEOL 的 JSM-6700F 冷场发射扫描电子显微镜。用差示扫描热量仪 (德国 NETZSCH STA 409 PC/PG) 对复合相变材料进行差示扫描 (DSC) 测试, 仪器用高纯铟校准。按 GJB 1201.1-1991 标准, 采用 NETZSCH LFA 447/2-21nsb NanoFlash 热常数测定仪测定热扩散率。

2 结果与讨论

2.1 相变材料的微观形貌

材料的微观结构特点决定了材料的性质。图 1(a)

1 实验部分

1.1 试样的制备

聚乙二醇 2000, 分析纯, 平均分子量 1 800 ~

收稿日期: 2008-06-17

基金项目: 山西省重点实验室基金(200703009); 中国博士后科学基金(20070421100)

作者简介: 赵建国(1971-), 男, 博士, 副教授, 主要从事新型炭材料制备工艺研究, 0351-4070546, jgzhaoshi@163.com。

所示是膨胀石墨的 SEM 照片,可见膨胀石墨具有丰富的孔隙结构。膨胀石墨是由许多粘连、叠合在一起的石墨鳞片构成,片层间有许多蜂窝状的微细孔隙,孔隙呈梭型。图 1(b)所示是聚乙二醇/膨胀石墨复合相变材料的 SEM 照片,可见在膨胀石墨的孔隙结构中吸附填充了聚乙二醇,膨胀石墨的空间网络结构将聚乙二醇基体分隔成无数个小的区域。在相变复合材料中,吸附性能缘于其独特的网络孔隙和高活性的石墨微晶表面,膨胀石墨对相变材料的吸附复合过程主要有吸附和孔隙结构的填充 2 类,其中孔隙结构的填充占主要部分,膨胀石墨对相变材料的吸附可分为物理吸附和化学吸附,它们是复合作用的驱动力。实验过程中发现,由于毛细管作用力和表面的物理化学吸附作用,聚乙二醇在多次固-液相变时,未见有液体聚乙二醇的渗出,所以此种材料不需要封装,可以直接使用,克服了在储热技术中应用时的液态相变材料流动的问题。

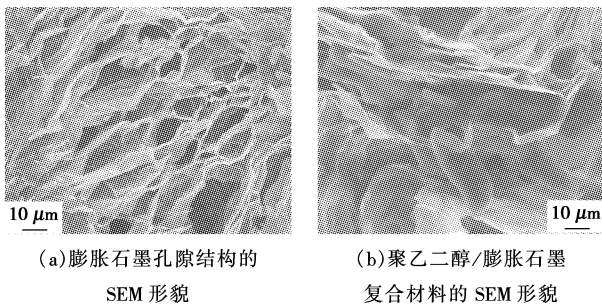


图 1 膨胀石墨和复合材料的 SEM 形貌

2.2 相变温度与相变潜热

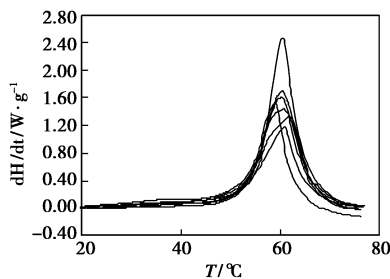


图 2 不同聚乙二醇含量的复合相变材料的 DSC 曲线

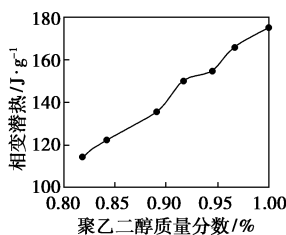


图 3 聚乙二醇含量对复合材料相变潜热的影响

图 2 所示是不同聚乙二醇含量的复合相变材料的 DSC 曲线,所得的聚乙二醇/膨胀石墨复合材料的固-液相变温度点在 60℃左右。图 3 是根据图 2 的实验结果所作的复合材料相变潜热与聚乙二醇含量的关系曲线,复合材料的相变潜热随着聚乙二醇含量的增加而增加,相变潜热为 110 ~ 180 J/g。

2.3 相变材料的导热性能

图 4 是聚乙二醇的含量对复合相变材料热扩散率的影响,随着复合材料中石墨含量的增大,聚乙二醇含量的减少,复合材料的热扩散率大幅度的提高。无论是储热还是放热,复合相变储热材料的储(放)热时间都要比聚乙二醇大大地减少。其原因是复合材料中的膨胀石墨具有较高的导热系数,从而大大地提高了聚乙二醇/膨胀石墨复合相变材料在储(放)热过程的传热速率,因而缩短了储热和放热时间。

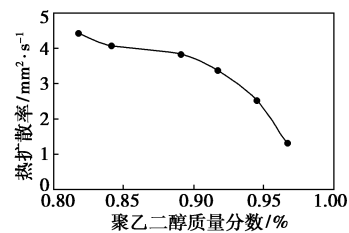


图 4 聚乙二醇含量对复合相变材料热扩散率的影响

3 结语

复合材料的相变温度不随聚乙二醇含量的改变而变化,材料的相变潜热随着聚乙二醇含量的增加而增加;复合材料的导热性能随着聚乙二醇含量的增加而减小;多孔石墨结构对聚乙二醇有很好的吸附性能,聚乙二醇在固-液相变时,未见有液体聚乙二醇的渗出。

参考文献

- [1] Jun Fukai, Kanou M, Kodama Y, et al. Thermal conductivity enhancement of energy storage media using carbon fibers[J]. Energy Conversion & Management, 2000, 41: 1543 - 1556.
- [2] 刘超, 尉隼, 侯海燕, 等. 贮能相变材料的研究及发展趋势[J]. 材料导报, 2005, 19: 262 - 264.
- [3] 刘中良, 马重芳, 孙旋. 相变潜热随温度变化对固-液相变过程的影响[J]. 太阳能学报, 2003, 24(1): 53 - 57.
- [4] 沈卫东, 曾丹苓. 车用潜热贮热器的流动与换热实验研究[J]. 工程热物理学报, 2002, 23(1): 9 - 12.
- [5] 魏兴海, 张金喜, 史景利, 等. 无硫高倍膨胀石墨的制备及影响因素探讨[J]. 新型炭材料, 2004, 19(1): 45 - 48. ■