

石蜡/膨胀珍珠岩复合相变材料的制备

Preparation of paraffin/expanded perlite composite phase change materials

李海建 冀志江 辛志军 王静

(中国建筑材料科学研究总院绿色建筑材料国家重点实验室, 北京 100024)

摘要:利用真空吸附法制备了石蜡/膨胀珍珠岩复合相变材料,此相变材料经过差示扫描量热仪、扫描电镜和扩散-渗出圈法测试,结果显示此相变材料具有调温功能,石蜡被吸附到膨胀珍珠岩孔道中并且分布均匀,性能稳定,可以应用到建筑材料中。

关键词:真空吸附法 复合相变材料 石蜡 膨胀珍珠岩

Abstract:Paraffin/expanded perlite composite phase change material (PCM) was prepared using the method of vacuum absorption and tested by means of differential scanning calorimetry (DSC), scanning electron microscopy (SEM) and diffused-exudative circle method. The testing results show that paraffin was absorbed into the holes of inorganic carriers completely and distributed evenly with stable performances. It is concluded that the composite PCM has steady temperature-adjust function and the PCM may be applied in building materials.

Key words: vacuum absorption, composite phase change material, paraffin, expanded perlite

中图分类号: TU55+1.34 文献标识码: B 文章编号: 1003-8965(2009)03-0069-03

1 前言

随着我国经济发展和人民生活水平的提高,我国建筑能耗增长迅速,统计数据显示,2004年我国建筑总面积为389亿平方米,建筑能耗占社会总能耗的25.5%,建筑节能刻不容缓,在国务院批准的《节能中长期专项规划》中,建筑节能已被列为节能的重点领域^[1]。PCBM就是将相变材料(PCM, phase change materials)通过各种方法加入到建筑材料中制备而成的复合材料。其原理就是利用相变材料在升温时吸量、降温时放热的性质与环境进行能量交换,达到控制环境温度和能量利用的目的。

目前国内外对相变材料的封装方法研究主要有四种:直接浸泡法^[2,3]、微胶囊法^[4,5]、定形法^[6,7]和多孔材料吸附法^[8]。

直接浸泡法制备的相变材料多次相变循环后热物理性质的下降、相变材料泄漏、相变材料载体破坏,相变材料热物理性质在多次熔解-凝固循环后开始退化^[9]。定形相变材料的热导率低,储能效果不好。微胶囊相变材料目前成本价格昂贵。采用多

孔介质作为有机相变物质的储藏介质是近年来在相变储能技术领域出现的一种新的有机相变物质封装方法,这种方法简单易行,制备的复合相变材料性能稳定。

本文采用真空吸附法,在实验的不同反应阶段控制不同的压力来制备石蜡/膨胀珍珠岩复合相变材料,并对实验产物进行了性能测试。

2 实验部分

2.1 实验设备

真空吸附法制备有机无机相变材料所需要的主要的仪器设备包括:双层玻璃真空反应釜、真空泵、恒温水浴锅、搅拌器和温度计等。

2.2 原料选取

2.2.1 PCM的选取和匹配

相变材料按照化学成分分为有机相变材料和无机相变材料。

无机相变材料由于结晶水模数在相变中有变化,使得相变的可逆性差、而且存在一些如过冷问题严重、易分层、腐蚀性强等缺点,妨碍了在建筑领

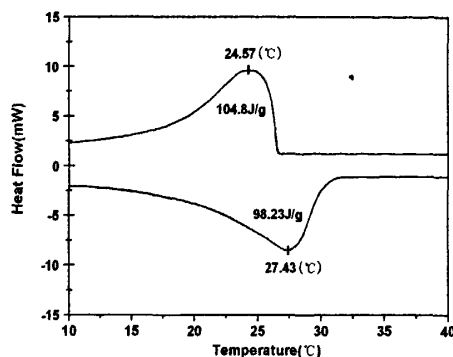


图1 石蜡的DSC曲线

域中的应用。有机相变材料通常是一些醇、酸、高级烷烃等。这些材料具有合适的相变温度和较高的潜热并且无毒、无腐蚀性、无过冷、无分层等问题,稳定性强,相变过程可逆性好,适合在建筑领域中应用^[10,11]。

本次实验采用的有机相变材料为25号石蜡,此种石蜡是专门生产的特种石蜡,相变温度和相变焓都符合相变建材的要求,图1为石蜡的DSC曲线。

2.2.2 无机载体材料的选取

采用多孔介质作为相变物质的封装材料可以使复合材料具有结构功能一体化的优点,在应用上可以节约空间,具有很好的经济性。多孔介质内部的孔隙非常细小,可以借助毛细管效应提高相变物质在多孔介质中的储藏可靠性。多孔介质还将相变物质分散为细小的个体,有效提高其相变过程的换热效率。这类材料性能稳定,吸附量大,不和有机相变材料发生反应。由于考虑实验的效果以及日后工业化生产时产品的成本问题,因此本实验选用膨胀珍珠岩作为无机载体。图2为膨胀珍珠岩在扫描电镜下的形貌。

2.3 实验步骤

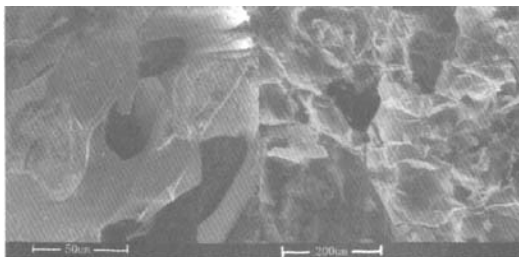


图2 膨胀珍珠岩吸附石蜡前 SEM 下形貌

真空吸附法制备有机无机相变材料实验的主要步骤为:

1) 在真空反应釜加入膨胀珍珠岩,然后以转速80r/min左右进行搅拌,水浴的温度保持在80℃左右;

2) 经过20分钟,对反应釜抽真空,到负压0.5~0.6MPa之间,关闭抽气阀,打开液体进料阀,缓慢加入已经熔解完全的石蜡,搅拌速度控制在80r/min左右;

3) 石蜡加完后,关闭进料阀,打开真空抽气阀直到负压0.9~1MPa,搅拌速度为120r/min左右;

4) 反应30分钟后,关闭抽气阀,打开卸料阀进行卸料,冷却后加入乳液进行覆膜,待晾干后测试。

3 结果和讨论

3.1 DSC 测试

DSC是复合相变材料性能测试的一种有用的实验方法,主要是测试复合相变材料的相变温度和相变焓^[12]。

图3是膨胀珍珠岩和石蜡复合所得的复合相变材料。图中的S111、S112和S113是三次实验的产物,它们都是石蜡和膨胀珍珠岩按照1:1的重量比复合的。从图中DSC曲线可以看出,石蜡/膨胀珍珠岩复合相变材料的相变焓大小和相变温度的范围都基本上保持一直,说明这种制备方法具有可重复性,最终产物性能比较稳定,并且石蜡在膨胀珍珠岩的孔隙中分布比较均匀。从升温 and 降温曲

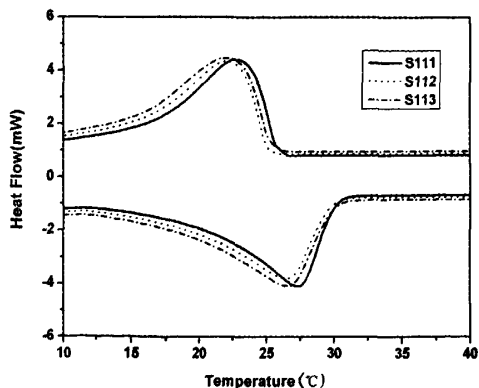


图3 膨胀珍珠岩和石蜡复合相变材料的DSC曲线

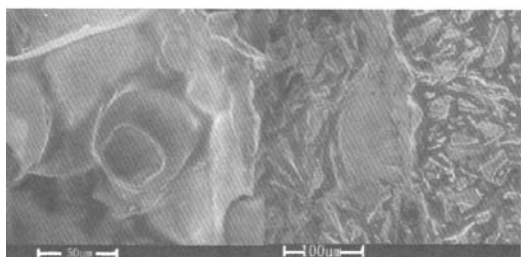


图4 膨胀珍珠岩吸附石蜡后 SEM 下形貌

线的对比来看,石蜡在两个阶段都有过冷的现象,但通过分析这样的过冷度对实际应用影响不大。

3.2 扫描电子显微镜 (scanning electron microscopy, SEM)

扫描电子显微镜主要是观察复合相变材料的微观形貌和微区元素的定性,半定量及标定后的定量分析。

由图 2、4 可以看出,膨胀珍珠岩在吸附石蜡的前后 SEM 下的形貌发生了很大的变化,吸附相变材料前,膨胀珍珠岩的表面比较干净光滑,可以清楚地观察到孔洞的存在;吸附石蜡后,膨胀珍珠岩的表面凹坑中布满了相变材料,并且明显看出孔洞被石蜡充填了,使用探针对孔洞的物质成份进行了测试,孔洞中的充填物质确定为石蜡。

3.3 扩散-渗出圈法

扩散-渗出圈法是一种方法简单、成本低廉的相变材料渗出稳定性的检测方法。通过渗出圈的平均直径超出测试区域直径的百分比值来评定相变材料的稳定性^[13]。使用此方法对制备的石蜡/膨胀珍珠岩复合相变材料的渗出稳定性进行了测试,结果显示,未使用乳液覆膜的复合相变材料渗出圈百分比超过了 50%,确定为非常不稳定;经过乳液覆膜的复合相变材料渗出圈百分比小于 15%,确定为稳定,这说明乳液覆膜对于复合相变材料的渗出具有阻碍抑制的作用。

4 结论

使用真空吸附法制备了膨胀珍珠岩和石蜡的复合相变材料,此材料经过了 DSC、扫描电镜和扩

散-渗出圈法的测试,测试结果显示此方法制得的复合相变材料相变温度和相变焓稳定,石蜡被吸附进膨胀珍珠岩的孔道中,并且在孔洞中的分布均匀,经过乳液覆膜后基本不外渗,比较温度,可安全使用。此复合相变材料的制备可以为相变调温建材的生产做准备,把制备好的复合相变材料应用到建筑材料中,可以减少渗漏和污染,更好地实际应用。

参考文献

- [1] 王馨,张寅平,肖伟等.相变蓄能建筑围护结构热性能研究进展[J].科学通报,2008,53(24):3006-3013
- [2] Lane G A. Solar Heat Storage: Latent Heat Material [M], Vol I, Background and Scientific Principles. Florida, CRC Press Inc, 1983.
- [3] Hawes D W, Feldman D, Banu D. Latent heat storage in building materials[J]. Energy and Buildings, 1993, 20(1):77-86
- [4] 苏峻峰,任丽,王立新.相变储热微胶囊储热调温效果的研究[J].太阳能学报,2005,26(3):327-331
- [5] 王立新,苏峻峰,任丽.相变储热微胶囊的研制[J].高分子材料科学与工程,2005,21(1):276-279
- [6] 秦鹏华,杨睿,张寅平.定形相变材料的热性能[J].清华大学学报(自然科学版).2003,43(6):833-835
- [7] 肖敏,龚成.良导热、形状保持相变蓄热材料的制备及性能[J].太阳能学报,2001,22(4):427-430
- [8] 张东,周剑敏,吴科如.相变储能复合材料及其电力调峰功能分析[J].华北电力,2003(9):27-30
- [9] 张东,周剑敏,吴科如.相变储能复合材料的研究和应用[J].节能与环保,2004(1):17-19
- [10] 张东,吴科如.孔结构对有机相变物质相变行为的调节作用[J].同济大学学报(自然科学版),2004,32(9):1163-1167
- [11] 戴威,唐黎明.相变储热材料研究进展 [J]. 化学世界,2001(1):662-665
- [12] Feldman D, Banu D. DSC analysis for the evaluation of an energy storing wallboard [J]. Thermochimica Acta, 1996 (272): 243-251
- [13] 梁金生,梁广川,梁秀红等.相变调温复合材料稳定性的检测方法 [P]. 发明专利 (中国), 申请号:03129762.5, 2003-5-6