

树脂基稻草吸附石蜡储能单元相变储能材料*

胡小芳, 曾文雄, 胡大为

(华南理工大学工业装备与控制工程学院粉体工程实验室, 广东 广州, 510641)

摘要: 利用稻草的天然空心结构, 吸附包裹相变石蜡制作成储能单元, 然后采用树脂将储能单元粘结成型, 得到树脂基稻草吸附石蜡储能单元定形相变材料。显微分析表明, 石蜡与稻草空腔结合紧密, 材料在储热过程相变石蜡与稻草无界面脱离现象; 热失重分析表明, 该定形相变材料在多次相变过程中热失重率小于 0.3%, 具有很好的热稳定性。

关键词: 稻草; 石蜡; 定形相变; 热失重分析

中图分类号: TQ31

Resin Basal Body Haulm Adsorption Paraffin Power Storage Unit Phase Change Material

HU Xiao-fang, ZENG Wen-xiong, HU Da-wei

(Powder Laboratory of Industrial Equipment and Control Engineering School,
South China University of Technology, Guangzhou 510640, Guangdong, China)

Abstract: Utilized the natural hollow structure of the haulm adsorption and package paraffin to prepare the storage unit, then adopted resin to bonding the storage unit to become a board, gained the resin basal body haulm adsorption paraffin power storage unit figuration phase change material (PCM). micro-analysis denoted, the paraffin and the haulm cavum combine tightness, and the figuration phase change material do not have interface abscission phenomenon during the phase change process; thermal analysis denoted, the figuration phase change material thermogravimetric ratio lesser than 0.3% within number phase change process, those denote that the PCM has a good heat stability.

Key words: haulm; paraffin; figuration phase change material; thermogravimetry

相变材料是利用物相在发生变化的过程之中, 从环境中吸收热量 (冷量) 或者向环境中释放热量 (冷量), 进而达到储存、释放能量和调节能量供给分配的目的的一类材料^[1-6]。目前国内外在利用相变材料储能上进行了大量的研究, 针对相变材料的种种不足提出了很多新的制备方法。Py. Xavier 等^[7]研究了用石蜡作为相变物质多孔石墨作支撑载体的复合相变材料, 经研究石蜡的掺杂质量百分数可达 65% ~ 95%, 材料的导热系数相对于纯石蜡也有很大的提高, 但该法制得的相变复合材料易于发生相变材料析出, 材料的抗折抗压强度较小, 实际应用范围有限。Inaba H^[8], 秦鹏华等^[9]研究了将固-液相变材料与适当的高分子材料在超过载体溶解温度以后, 熔融混合后冷却成型得

到定形相变材料; 冷却时, 高熔点的载体先结晶形成网状骨架结构, 低熔点的相变材料随温度的进一步降低而凝固在网状结构中, 由此形成定形相变材料。该法制得的定形相变材料中相变材料析出现象较以石墨为支撑载体制得的复合材料有所减少, 相变材料和支撑体脱附也有所减少; 但该法制备工艺复杂, 由于采用挤出机等设备制造, 要得到均匀、稳定、力学性能优良的定形相变材料还需进一步探索适宜的工艺。方贵银, 李辉^[10]采用硬脂酸和石蜡油 2 种相变材料按质量比 90:10 组成蓄热材料, 然后用适量的固态微小多孔颗粒作为多孔支撑材料, 按蓄热材料与固体支撑材料的质量比 47:53 倒入处于熔融态的蓄热材料中, 混合均匀后利用分子间作用力和表面张力的作用, 蓄热材料被吸附在固

收稿日期: 2006-11-22

* 基金项目: 广东省工业攻关项目基金资助, 项目编号: 2005B10301051

体支撑材料中，使蓄热材料在宏观上失去了流动性，但是在微观上仍是固-液相变的形式，该类蓄热材料不需容器盛装，根据需要可以做成各种形状。虽然此法制作方便，但是在实际储放热过程中蓄热材料从支撑材料中析出现象严重，在实际应用中受到限制。

本实验利用具有空心结构和强吸附能力的稻草吸附储能石蜡，制作成储能单元，然后将这些储能单元用树脂包埋粘结成板。实验表明石蜡与稻草空腔结合紧密，材料在储热过程相变石蜡与稻草无界面脱离现象，相变过程变形小、热失重小，具有很好的应用前景。该材料制作简便，而且利用了农副产品，对提高农业副产品的附加价值、解决农副产品对环境的污染也具有一定的意义。

1 实验

1.1 实验材料

环氧树脂: E-44, 环氧值0.41 ~0.47mol/100g,软化点 12 ~ 20℃, 广州市东风化工实业有限公司; EP 固化剂: 广州市东风化工实业有限公司; 固体石蜡: 熔点 52 ~ 54℃, 上海标本模型厂; 稻草: 产地湖南省长沙(当年生)。

1.2 仪器设备

显微设备: Leica 研究级偏光显微镜 (USD28500), Leica 体式显微镜; 恒温水浴锅: 南通三思机电科技有限公司, HHS 系列恒温水浴锅; 图相采集: Sony 索尼数码相机 DSC-W1, 450 万像素。

1.3 储能单元制备

石蜡主要由直链烷烃混合而成。短链烷烃熔点较低，链增长时，熔点开始增长较快，而后逐渐减慢，链再增长熔点将趋于一定值。随着链的增长，烷烃的熔解热也增大。由于空间的影响，奇数和偶数的碳原子的烷烃有所不同，偶数碳原子烷烃的同系物有较高的熔解热，链更长时，熔解热趋于相等。选择不同的碳原子个数的石蜡类物质，可获得不同相变温度，相变潜热大约在 160kJ/kg ~ 270kJ/kg之间^[5]。

将一定量的固体石蜡加入到烧杯中，然后将烧杯置于 80℃ 的水浴锅中，待石蜡熔融后将长约

30mm 的稻草放入烧杯中，搅拌 5min 后，将稻草取出后热风去除表面黏附的石蜡，冷却即得到稻草吸附储能单元。实验测定表明，1g 稻草可以吸附石蜡 1.4g 左右。储能单元显微图像如图 1 所示。

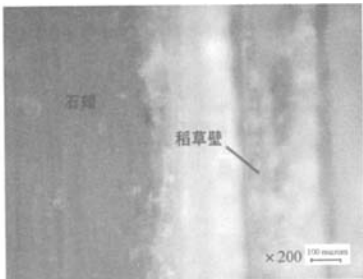
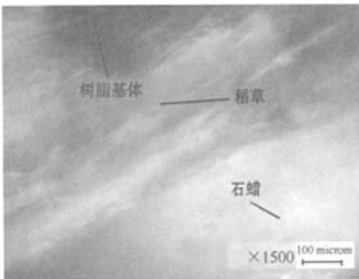


图 1 稻草吸附石蜡储能单元截面显微图

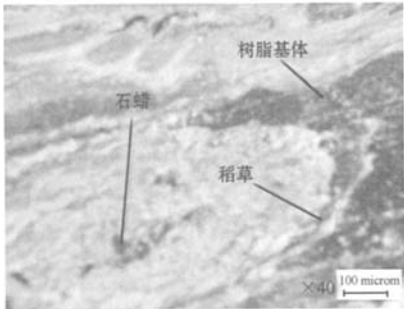
1.4 稻草吸附石蜡储能单元定形相变材料制备

将环氧树脂 E-44 和 EP 固化剂按照质量比 1:0.9 混合后，将制得的稻草吸附石蜡储能单元与树脂混合，然后将混合后的物质倒入模具中定形固化。在树脂基体中储能单元可以杂乱排列也可以按照一定的规则排列，本研究中采用杂乱排列。

待固化反应 24h 后，开模取出即可制得树脂粘结稻草吸附石蜡储能单元定形相变材料。制得的定形相变材料截面显微图如图 2 所示。



(a) 正交偏光显微图片



(b) 体式显微镜显微图片

图 2 树脂基稻草吸附石蜡储能单元定形相变材料截面显微图

2 定型相变材料性能测试

2.1 结合界面热稳定性测试

为测定储能单元在树脂基体中与树脂结合介面在储放热过程中的变化情况,将定型相变材料截面磨光后,置于 Lecia 体式显微镜下,用 70℃ 的热风从相变材料一侧吹向截面,10min 后停止吹热风,让定型相变材料自然冷却,用数码相机拍摄下这一变化的过程,如图 3 所示。从图 3 可以看出,相变过程中界面结合紧密无界面脱离现象,说明该定型相变材料具有很好的热稳定性。

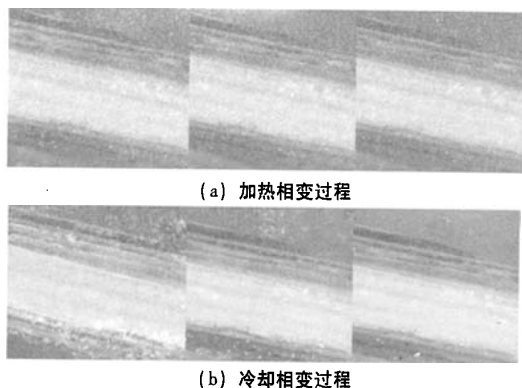


图 3 树脂基稻草吸附石蜡储能单元定型相变材料相变过程显微图像

2.2 定型相变材料热稳定性测试

为了测试该定型复合储能材料的热稳定性,将其从室温(20℃)加热到 70℃,加热速率为 5℃/min,然后在 70℃ 温度下恒温保持 30min,测试其质量变化情况,从而确定相变材料在树脂基体中的稳定性^[11]。储能材料的热失重率曲线如图 4 所示。

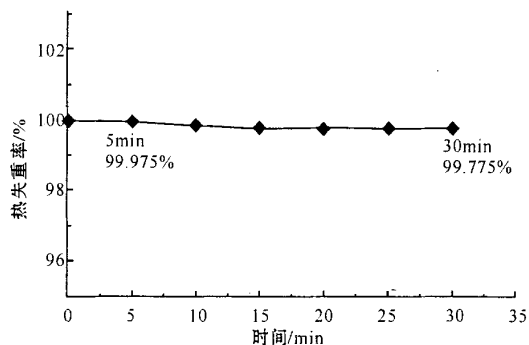


图 4 树脂基稻草吸附石蜡储能单元定型相变材料热失重率曲线

由图 4 可以看出,该定型相变材料热失重率小于 0.3%,说明加热过程中相变材料无损失,热稳定性良好。

3 结论

本实验利用稻草的空心结构来吸附储能材料石蜡制得储能单元,采用树脂来粘结储能单元制成定型相变材料,生产过程简单。显微和热失重分析表明,石蜡与稻草空腔结合紧密,材料在储热过程相变石蜡与稻草无界面脱离现象,材料多次相变过程中热失重率小于 0.3%,这表明,该定型相变材料相变过程无界面脱离现象、热稳定性好,具有很好的实用价值。

参考文献

- 张寅平,胡汉平,孔祥冬,等. 相变贮能—理论和应用[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,1996
- Hasnain S M. Review on sustainable thermal energy storage technologies, part I: heat storage materials and techniques[J]. Energy Convers. Mgmt, 1998, 39(11): 1127 ~ 1138
- Ahmet Sarit, Kamil Kaygusuz. Thermal energy storage system using stearic acid as a phase change material [J]. Solar Energy, 2001, 71(6): 365 ~ 376
- Maria Natalia R. Dimaano, Takayuki Watanabe. The capric - lauric acid and pentadecane combination as phase change material for cooling applications [J]. Applied Thermal Engineering, 2002, 22: 365 ~ 377
- 李玉红,焦庆影,夏定国,等. 常低温相变储热材料的研究和应用[J]. 化学教育, 2004, 10: 9 ~ 13
- 胡大为,胡小芳,林丽莹. 含水新型树脂基定型相变材料[J]. 塑料工业, 2006, 34(5): 63 ~ 65
- Py. Xavier, Régis Olives, Sylvain Mauran. Paraffin/porous - graphite - matrix composite as a high and constant power thermal storage material [J]. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2001, 44(14): 2727 ~ 2737
- Inada. H, Tu. P. Evaluation of thermophysical characteristics on shape - stabilized paraffin as a solid - liquid phase change material [J]. Heat and Mass Transfer, 1997, 32(4): 307 ~ 312
- 秦鹏华,杨 睿,张寅平,等. 定型相变材料的热性能[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2003, 43(6): 833 ~ 835
- 方贵银,李 辉. 复合相变蓄热材料研制及性能分析[J]. 现代化工, 2003, 231(12): 30 ~ 32
- 方贵银,李 辉. 定型复合相变储能材料实验研究[J]. 真空与低温, 2003, 9(3): 171 ~ 174