

Investigation on Microencapsulated Paraffin Surface Modification and the Mechanical Properties of the Microencapsulated Paraffin Insulation Mortar

Shu-lian Chen, Hua Yan, Zi-di Gu, Rong-sheng Yu, Liang Zhang

Department of Chemistry and Material Engineering, Logistic Engineering University, Chongqing, P.R.C., 401311

Email:chshul006@yahoo.com.cn

Abstract: This study uses silicon-coupling and binder to pretreat microencapsulated paraffin, the surface of the microencapsulated paraffin has been changed into hydrophilic nature, and the affinity between the microencapsulated paraffin and the inorganic cement material has been enhanced. According to Comparing the effects of some admixtures including the type and dosage of the silicon-couplings, the type and dosage of binders on the mechanical properties of the microencapsulated paraffin insulation mortar, the type and dosage of silicon-coupling and binder used in the microencapsulated paraffin insulation mortar is determined.

Keywords: microencapsulated paraffin; silicon-coupling; binder; surface modification

石蜡微胶囊表面改性及其保温砂浆的力学性能研究

陈淑莲, 晏华, 顾子迪, 余荣升, 张亮

后勤工程学院化学与材料工程系, 重庆, 中国, 401311

Email:chshul006@yahoo.com.cn

摘要: 用硅烷偶联剂和粘结剂预处理石蜡微胶囊, 使石蜡微胶囊表面由疏水性变为亲水性, 实现石蜡微胶囊表面改性, 增强了石蜡微胶囊与无机胶凝材料的亲和力。考察了外加剂硅烷偶联剂类型与掺量、粘结剂类型与掺量对石蜡微胶囊保温砂浆力学性能的影响, 确定了石蜡微胶囊保温砂浆中偶联剂和粘结剂的配方。

关键词: 石蜡微胶囊; 硅烷偶联剂; 粘结剂; 表面改性

1 引言

节能减排是实现可持续发展战略的重大举措, 作为能耗大户的建筑业, 构建具有良好隔热、蓄热性能的外围护结构是降低建筑能耗的重要途径。外墙外保温是最有效的节能途径^[1]。目前广泛采用的外保温形式是涂抹保温砂浆, 利用骨料的隔热性保温, 由于骨料的热容小, 保温能力非常有限。因此研究开发具有较高热焓、较强蓄热性能的外保温砂浆具有重要的意义。

石蜡微胶囊保温砂浆是依据石蜡发生相变吸收(放出)大量热量但温度保持基本不变的特点, 配制的保温砂浆, 石蜡具有较高的热焓, 因此石蜡微胶囊保温砂浆具有较好的保温和蓄热性能。石蜡微胶囊囊壁为有机高分子脲醛树脂, 与无机胶凝材料不亲和,

用石蜡微胶囊与无机胶凝材料简单混合配制的保温砂浆和易性差, 粘结强度低。因此提高石蜡微胶囊与无机胶凝材料的相容性, 提高混合料的和易性, 增强保温砂浆的粘结强度是制备外保温砂浆的关键^[2]。本试验用硅烷偶联剂和粘结剂对石蜡微胶囊预处理, 使石蜡微胶囊表面由疏水性变为亲水性, 解决了石蜡微胶囊与无机胶凝材料不亲和、粘结强度低的难题, 为石蜡微胶囊保温砂浆的工程应用奠定基础。

2 主要原材料与实验方法

2.1 主要原材料

水泥: 42.5R 普通硅酸盐水泥, 重庆拉法基水泥厂生产; 砂: 细度模数 1.3 渠河砂; 石蜡微胶囊: 外购工业品石蜡经微胶囊化而成粒径小于 0.3mm 的石蜡微胶囊; 硅烷偶联剂: KH550、KH560、NSC-151、SG-Si602, 南京曙光化工集团生产; 粘结剂: 乙烯-

资助信息: 重庆市科委科技攻关资助项目

乙酸乙酯共聚乳液（40wt%）、乙烯-乙酸乙酯共聚乳胶粉、聚乙烯醇水溶液，重庆巨丰化工公司提供。

2.2 试验方法

2.2.1 石蜡微胶囊保温砂浆的配制方法

先将石蜡微胶囊磨细，并用 0.3mm 的筛子过筛，然后将粒径小于 0.3mm 的石蜡微胶囊与硅烷偶联剂和粘结剂预混，制备预混物^[1]，再将一定量的砂、水泥、水和预混物一起加入搅拌机，搅拌 5min；最后按各种性能测试标准要求制作试块。制备成型的试块带模标准养护 3 天，拆模后自然养护 25 天。

2.2.2 性能测试标准

保温砂浆基本物理性能测试参照 JGJ/T70-2009《建筑砂浆基本性能试验方法》；保温砂浆抗折强度和抗压强度测定参照 GB/T17671-1999《水泥胶砂强度检验方法》；粘结强度测定参照 JGJ110-97《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》。

3 实验结果与分析讨论

3.1 硅烷偶联剂对石蜡微胶囊表面改性

对石蜡微胶囊预处理时，硅烷偶联剂的疏水基团和石蜡微胶囊结合，其亲水基团暴露，当改性后的石蜡微胶囊与水泥砂浆拌和时，硅烷偶联剂的亲水基团与水泥砂浆的 Si-OH 结合成键。以硅烷偶联剂为“桥梁”，解决了石蜡微胶囊与无机胶凝材料不亲和的难题。

3.1.1 不同硅烷偶联剂类型对石蜡微胶囊保温砂浆性能的影响

Table1. The capability of the microencapsulated paraffin insulation mortar with the different type of silicon- couplings
表 1. 不同硅烷偶联剂类型的石蜡微胶囊保温砂浆性能

偶联剂类型	稠度/cm	抗压强度 /Mpa	抗折强度 /Mpa	压折比
无偶联剂	6.3	4.88	1.98	2.46
KH550	7.5	5.56	1.81	3.07
KH560	8.1	5.00	1.64	3.05
NSC-151	7.9	4.79	1.43	3.35
SG-Si602	6.7	4.35	1.48	2.94

由表 1 可以看出，加入硅烷偶联剂，砂浆的稠度增大，流动性提高；压折比增大，砂浆的韧性降低。不同硅烷偶联剂对砂浆性能影响程度不同，在满足砂

浆稠度要求的前提下，KH550 对砂浆的抗压强度提升最明显，对抗折强度减小最少，所以选择 KH550 作改性剂。

3.1.2 KH550 掺量对石蜡微胶囊保温砂浆性能的影响

KH550 掺量以水泥的质量百分数表示。

Table 2. The capability of the microencapsulated paraffin insulation mortar with the different dosage of silicon- couplings
KH550

表 2. 不同 KH550 掺量的石蜡微胶囊保温砂浆性能

偶联剂掺量/wt%	稠度/cm	抗压强度 /MPa	抗折强度 /MPa	压折比
5	6.8	5.88	2.58	2.28
7	7.3	5.98	2.68	2.23
13	7.5	6.81	3.15	2.16
20	7.7	5.89	2.65	2.22

由表 2 可以看出，随着 KH550 掺量增加，保温砂浆稠度不断增大，但砂浆的抗压、抗折强度均呈现先增加后减小趋势，掺量为 13 %时到达极大值。由此说明 KH550 掺量不是越多越好，只有当 KH550 掺量恰好能使其在石蜡微胶囊表面形成单分子层时，效果最佳，KH550 掺量过少，不能包覆所有石蜡微胶囊表面，未被硅烷偶联剂包覆改性的石蜡微胶囊不能和水泥砂浆很好的结合；KH550 掺量过多，则形成多分子层，掩盖了部分偶联剂的亲水基团，降低砂浆强度^[3-4]。

3.2 粘结剂对石蜡微胶囊保温砂浆性能影响

粘结剂为带有极性基团的有机高分子聚合物，粘结剂通过提高无机胶凝材料和石蜡微胶囊的粘结力，提高保温砂浆粘结强度。

3.2.1 粘结剂类型对石蜡微胶囊保温砂浆性能的影响

Table3. The capability of the microencapsulated paraffin insulation mortar with the different type and dosage of copolymer emulsion
表 3. 不同粘结剂类型的石蜡微胶囊保温砂浆性能

粘结剂类型	稠度/cm	抗压强度 /MPa	抗折强度 /MPa	粘结强度 /MPa
无	8.1	8.13	2.93	0.048
乙烯-乙酸乙酯共聚乳液	6.7	6.72	4.17	0.084
乙烯-乙酸乙酯共聚乳胶粉	6.9	6.67	4.60	0.087
聚乙烯醇水溶液	7.1	6.54	4.05	0.077

由表 3 看出, 加入粘结剂, 石蜡微胶囊保温砂浆稠度减小, 抗压强度降低, 但抗折强度和粘结强度均增大, 粘结剂起到了提高保温砂浆粘结强度和增强保温砂浆韧性的作用。但不同粘结剂对保温砂浆性能的影响程度不同, 乙烯-乙酸乙烯酯共聚乳胶粉对保温砂浆的抗折和粘结强度提升效果最好。

3.2.2 乙烯-乙酸乙烯酯共聚乳胶粉掺量对石蜡微胶囊保温砂浆性能的影响

粘结剂掺量以水泥的质量百分数表示。

Table4. The capability of the microencapsulated paraffin insulation mortar with the different dosage of ethane-vinyl acetate copolymer latex powder

表 4. 不同乙烯-乙酸乙烯酯共聚乳胶粉掺量的石蜡微胶囊保温砂浆性能

粘结剂掺量 wt%	稠度/cm	抗压强度 /MPa	抗折强度 /MPa	粘结强度 /MPa
1	8.0	7.01	3.22	0.063
2	7.7	6.88	3.78	0.075
4	7.2	6.75	4.19	0.081
6	6.9	6.67	4.60	0.087
8	6.4	6.61	4.65	0.088

由表 4 可以看出, 随着粘结剂掺量增加, 保温砂浆稠度、抗压强度逐渐降低, 抗折强度和粘结强度逐渐提高。当掺量超过 6% 时, 砂浆的稠度低于 6.5, 抗折强度和粘结强度增加不明显, 故乙烯-乙酸乙烯酯共聚乳胶粉的适宜掺量为 6%。

4 结论

● 硅烷偶联剂能改善石蜡微胶囊表面的浸润状态, 提高保温砂浆的流动性。KH550 对石蜡微胶囊表面改性效果优于其他三种硅烷偶联剂, 最佳掺量为 13%。

● 乙烯-乙酸乙烯酯共聚乳胶粉粘结剂能大幅度提高保温砂浆粘结强度和抗折强度, 适宜掺量为 6%。

● 由于时间的限制, 本文仅对石蜡微胶囊和水泥等无机胶凝材的相容性方面进行了一些研究, 对保温砂浆的其他性能如砂浆的施工性、抗裂性、热工性等还未作深入探索, 期望在今后的工作中逐步深入研究, 为相变保温蓄热砂浆的广泛应用奠定基础。

References (参考文献)

- [1] Jiahui Peng, Hailong Wu, Jiarxin Zhang, Mingfeng Chen, Shun Han. Research on Performance and Application of EPS External Wall Insulation Mortar [J]. Wall Material Innovation & Energy Saving in Buildings, 2007,1:48-51(Ch)
彭家惠, 武海龙, 张建新, 陈明凤, 韩舜. EPS 外保温砂浆性能与工程应用[J]. 干混砂浆, 2007, 1: 48-51
- [2] Jia-hui Peng, Mingfeng Chen, Jiarxin Zhang. Investigation on EPS Surface Modification and EPS Thermal Insulation Mortar's Weather-resisting and Crack-resisting [J]. Journal of Chongqing University, 2002, 25(1):24-27(Ch)
彭家惠, 陈明凤, 张建新. EPS 表面改性及其保温砂浆的耐候性与抗裂性[J]. 重庆大学学报, 2002, 25 (1): 24-27
- [3] Dagen Su, Xiaobo Wang. Influence of Silane Couplings Agent on Performance of Composite Cement Mortar [J]. Silicon Material, 2007, 21(3):143-146(Ch)
苏达根, 王小波. 硅烷偶联剂对复合水泥砂浆性能的影响[J]. 有机硅材料, 2007,21(3):143-146.
- [4] Hongmei Niu, Anning Zhou. Improving Packed System's Compatibility by using Coupling Agent [J]. Applied Chemical Industry, 1997,2:13-14(Ch)
牛红梅, 周安宁. 用偶联剂改进填充体系的相容性[J]. 陕西化工, 1997, 2: 13-14.