

不同复合表面活性剂体系对酚醛树脂 泡沫塑料性能影响的研究*

商 平, 冯志鑫, 刘美荣, 蔡旭艳

(天津科技大学 海洋科学与工程学院, 天津 300457)

摘 要:采用不同的表面活性剂, 包括吐温 80、吐温 20、DC-193、AES 和 OP-10 等复配成复合表面活性剂。在发泡剂与固化剂种类和用量相同的条件下, 使用不同的复合表面活性剂对酚醛树脂进行发泡。进而研究复合表面活性剂体系对泡沫塑料材料的吸水率、耐磨性、抗压强度、表观密度等性能的影响, 并对表面泡孔结构进行观察, 从而得出当采用 4 号表面活性剂体系时, 泡沫塑料的综合性能最优, 并得出 4 号表面活性剂的最佳质量分数为 8%。

关键词:表面活性剂; 泡沫塑料; 泡孔

中图分类号: TQ 323.1

文献标识码: A

文章编号: 1008-0511(2008)06-0017-03

酚醛树脂是最早的人工合成高分子材料之一, 主要用于胶粘剂、层压材料、模塑料、保护层、泡沫材料等方面^[1]。酚醛泡沫塑料是一种物美价廉的轻质绝热塑料, 是目前国外合成泡沫塑料中发展较快的品种, 它是由酚醛树脂通过化学发泡而得到的一种硬质热固性的泡沫塑料^[2]。

酚醛泡沫塑料的性能受到许多因素的影响, 如酚醛树脂的合成配方、不同种类和用量的表面活性剂、固化剂、发泡剂都会对泡沫材料产生影响。在长期研制酚醛发泡材料中得知: 单一的表面活性剂不能获得较好性能的材料, 必须采用复合表面活性剂, 而且不同的复合表面活性剂能生成性能迥异的泡沫材料。

作者研究了复配的表面活性剂种类、用量对酚醛树脂发泡材料性能的影响, 筛选出表面活性剂最佳的组合及其用量。

1 实验部分

1.1 实验原料

酚醛树脂: 将熔融苯酚 P 加入到三口瓶中, 加入确定的碱液。为了控制反应速率先加入全部甲醛质量的 80% 和全部的水, 升温到 80 ℃, 持续

10 min, 待反应放热后, 加热使体系温度达到微沸, 撤去热源自然降温到 90 ℃ 以下。再加入改性剂和剩余 20% 的甲醛, 再次加热到 90 ℃, 随时测水数和粘度, 待达到要求时, 停止反应降温到 40 ℃ 以下出料。

吐温 80、DC-193、AES、OP-10: 分析纯; 发泡剂: 自制, 分析纯; 混合酸固化剂: 自制, 分析纯。

1.2 实验仪器及设备

电子天平: 常熟市意欧仪器仪表有限公司; 强力电动搅拌机: S361T 型; 烘箱: 78-1 型; 电子显微镜: MOTIC B series 显微图像处理仪器; 压缩强度测试仪: 深圳市瑞格尔仪器有限公司生产的 M5K 型电子万能试验机。

1.3 不同表面活性剂的复配

不同表面活性剂的复配见表 1。

表 1 不同的表面活性剂复配

序号	配比				
	w(吐温 80)/%	w(吐温 20)/%	w(DC 193)/%	w(AES)/%	w(OP-10)/%
1	71		29		
2		71	29		
3	42	42	16		
4	69		7	25	
5	69		17	14	
6	67		17	13	3

1.4 酚醛树脂及其泡沫塑料的制备

在酚醛树脂、发泡剂、固化剂种类和用量均相

收稿日期: 2008-08-16

作者简介: 商 平(1953-)男, 内蒙古通辽人, 天津科技大学教授, 博士, 硕士生导师, 研究方向为环境材料与环境生态。

* 天津市科技支撑计划重点项目(08CKFSH01600)。

同的条件下,将表 1 中不同复配表面活性剂按一定比例分别与实验室合成的可发性甲阶酚醛树脂、发泡剂等混合均匀,再加入固化剂,充分搅拌后,迅速注入已预热的模具腔内,放入一定温度的烘箱中发泡成型,冷却后脱模^[3]。

1.5 性能测试

1.5.1 表观密度的测试

根据 GB/T6343-1995,测试泡沫塑料和橡胶表观(体积)密度。

1.5.2 吸水率的测试

根据 SG233-1981,测试泡沫塑料的吸水率。

1.5.3 磨损率测试

根据 GB/T 12812-1991,测试酚醛泡沫塑料的磨损率。

按下式计算质量损耗率:

$$m_f = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

式中: m_f —质量损耗率,%; m_1 —原试样总质量,g; m_2 —试验后试样总质量,g。

1.5.4 压缩强度的测试

根据 GB/T 8813-1988,M5K 型电子万能试验机上进行测试。

1.5.5 表面结构观察

在 MOTIC B series 显微图像处理系统下扩大 1 000 倍观察酚醛树脂的泡孔结构。

2 结果与讨论

2.1 不同表面活性剂对酚醛树脂泡沫塑料性能的影响

不同表面活性剂对酚醛树脂泡沫塑料性能的影响见表 2。

表 2 不同的表面活性剂对酚醛树脂泡沫塑料性能的影响

实验 序号	性能			
	表观密度 /($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	磨损率 /%	吸水率 /[$\text{g} \cdot (100 \text{ cm}^3)^{-1}$]	压缩强度 /MPa
1	42.89	17.4	14.80	0.130
2	54.84	15.1	13.58	0.199
3	41.01	13.6	16.89	0.116
4	42.19	12.1	13.18	0.136
5	35.31	16.7	21.60	0.143
6	49.22	13.5	18.95	0.095

通过表 2 可以看出:从表观密度看,2、6 号较大,3、5 号较小,1、4、5 号居中;从磨损率看,4、6 号的磨损率较小,而 1 号的磨损率较大;从吸水率

看,2、4 号吸水率较低,而 3、5 号的吸水率较高;从压缩强度看,除 3 号的压缩强度较大,其余则相差不大。作者要求表观密度适中,但压缩强度、耐磨损率要高,而吸水率相对较低的泡沫塑料,综合考虑各种性能,优选 3 号与 4 号表面活性剂体系。

2.2 3 号与 4 号表面活性剂体系对酚醛树脂泡沫塑料表面结构的影响

3 号、4 号表面活性剂体系对酚醛树脂泡沫塑料表面结构的影响见图 1、图 2(比例为 1 : 1 000)。

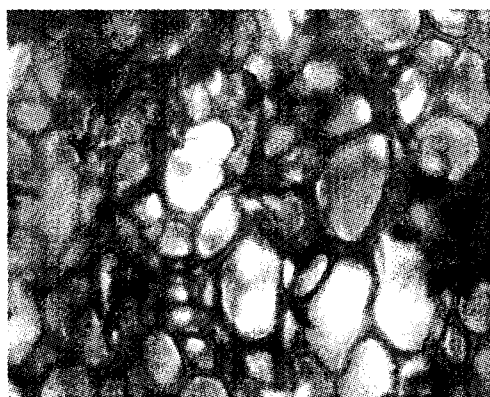


图 1 3 号表面活性剂体系对泡沫塑料表面结构的影响

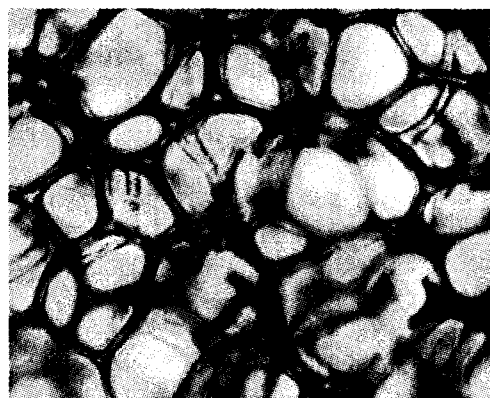


图 2 4 号表面活性剂体系对泡沫塑料表面结构的影响

从图 1 和图 2 中可以看出,3 号表面活性剂体系,泡孔大小不均匀,并且泡孔边缘有少量的断裂现象;4 号表面活性剂体系,泡孔结构稳定,孔径大小适中并且均匀。所以,优选 4 号表面活性剂体系为最优的表面活性剂体系。

2.3 不同表面活性剂用量对酚醛树脂泡沫塑料性能的影响

以下选取 4 号表面活性剂体系进行实验,考察不同的表面活性剂用量对酚醛树脂泡沫材料性能的影响。见图 3~图 5。

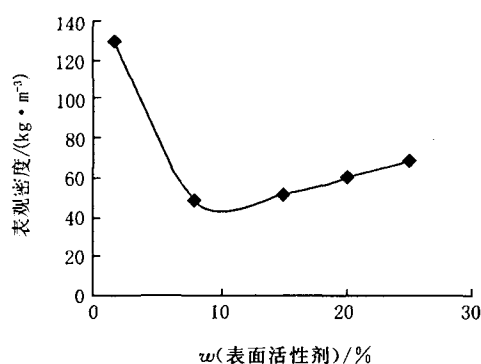


图3 不同的表面活性剂用量对酚醛树脂泡沫塑料表观密度的影响

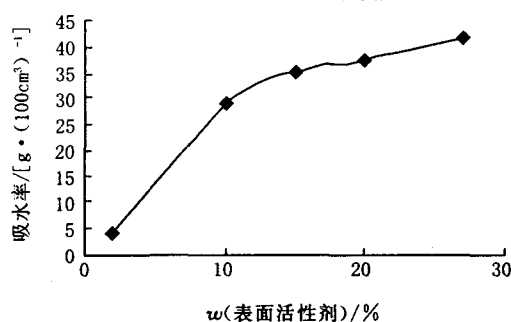


图4 不同的表面活性剂用量对酚醛树脂泡沫塑料吸水率的影响

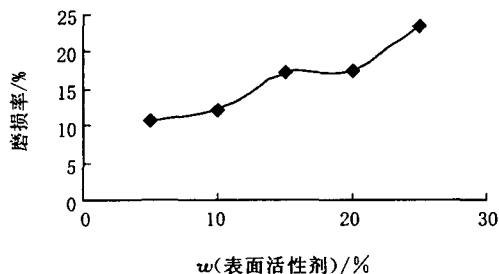


图5 不同的表面活性剂用量对酚醛树脂泡沫塑料耐磨性的影响

理论上由于表面活性剂可以降低体系中各组分之间的界面张力,从而增加各原料之间的互溶性,因此可以起到稳定发泡过程的作用。表面活性剂越多越容易得到均匀的泡沫体。研究表明,当表面活性剂的使用量过低时,不能形成稳定的泡沫体,泡孔较小,吸水率较低;当其用量过高时,泡孔较大,吸水率较高,但又容易出现塌泡。

从图3~图5可以看出,当 $w(\text{表面活性剂})=5\%\sim 15\%$ 时发泡材料的表观密度较小,吸水率相差不大。随着表面活性剂用量加大,磨损率呈现逐渐加大的趋势。当 $w(\text{表面活性剂})=5\%\sim 10\%$ 时,磨损率较低。因此,选择 $w(\text{表面活性剂})=8\%$ 。

3 结论

由于表面活性剂的种类和用量对酚醛泡沫材料的影响较大,因此,选择合适的表面活性剂直接影响到泡沫材料的性能。经过试验分析优选出4号表面活性剂体系,其质量分数为8%时,酚醛泡沫塑料的综合性能最优。

[参考文献]

- [1] 马榴强. 酚醛发泡保温材料的研究[J]. 北京联合大学学报, 2000, 14(3): 1~3.
- [2] 刘浩. 酚醛泡沫塑料的研究[J]. 绝缘材料通讯. 2000, 2(2): 1~2.
- [3] 王进福, 华杰. 表面活性剂对酚醛泡沫塑料性能的影响研究[J]. 塑料工业, 2006, 34(7): 51~52.

Study on influence of the different composition surfactants on property of foamed phenolics

SHANG Ping, FENG Zhi-xin, LIU Mei-rong, CAI Yu-yan

(College of Ocean Science and Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China)

Abstract: Adopt the different composition surfactants, including Tween-80, Tween-20, DC-193, AES and OP-10, under the same condition of the vesicant and solidification, the phenolics were foamed by different composition surfactants. The paper discussed the effect of different composition surfactants on drinking rate, grinding quality, intensity of pressure, apparent density of the foamed phenolics. And looked into the hole, found out when used No. 4 composition surfactants, the foamed phenolics are best, and the best dosage is 8%.

Key words: Surfactants; Foamed phenolics; Hole