

合成乳胶海绵的热老化行为研究

骆立刚¹, 丁宏亮², 唐立成¹, 李毅², 陈晨³

(1. 浙江省轻工业品质量检验研究院, 浙江 杭州 310018; 2. 浙江省建工集团有限责任公司, 浙江 杭州 310012; 3. 中国计量大学 质量与安全工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘要:采用加速老化试验对合成乳胶海绵的热老化行为进行研究, 考察了其热氧老化前后的表面形貌、黄度和白度指数、交联密度及傅里叶红外光谱。结果表明:随着老化时间的延长, 合成乳胶海绵的多孔结构被破坏, 当老化时间为48 d时, 合成乳胶海绵部分大孔结构被破坏, 其他孔结构完整; 老化48 d后, 合成乳胶海绵的黄度指数由11.74增大至42.73, 白度指数由88.38减小至77.81, 黄度变化大于白度变化; 由黄度指数和白度指数表征的合成乳胶海绵老化速率分别为 $0.702\ 3$ 和 $0.227\ 2\ \text{d}^{-1}$; 由交联密度表征的合成乳胶海绵老化速率为 $2.708\ 2 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$; 在热氧老化过程中, 合成乳胶海绵发生了加成和氧化反应。

关键词:合成乳胶海绵; 耐热老化性能; 黄度指数; 白度指数; 交联密度

中图分类号: TQ336.4⁺6

文章编号: 2095-5448(2022)10-0480-04

文献标志码: A

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2022.10.0480

合成胶乳是天然胶乳较好的替代品。丁苯橡胶(SBR)胶乳是合成乳胶海绵材料的重要原料。SBR与天然橡胶(NR)都是不饱和、非极性橡胶。与NR相比, SBR具有更优良的耐磨、抗湿滑性能以及价格低廉等优势, 但SBR在实际的储存、使用过程中会受到各种环境因素(如氧气、臭氧、光照和热)的影响, 导致其组成和结构被破坏, 使其逐步失去优良性能, 甚至丧失使用价值^[1-4]。老化行为是高分子材料常发生的不可逆化学反应, 表现为外观形貌的变化与使用性能的劣化^[5-9]。因此, 橡胶材料的老化行为是高分子材料领域的研究热点。目前老化行为的研究大多数是针对单一材料进行, 关于对乳胶海绵类混合材料的老化行为研究较少。

本工作采用加速老化试验对合成乳胶海绵热

氧老化前后的形貌、黄度指数、白度指数以及交联密度进行研究, 以探究合成乳胶海绵的热氧老化机理, 对于开发防老化技术、提高材料耐老化性能具有十分积极的意义。

1 实验

1.1 主要原材料

合成乳胶海绵, 江苏爱德福乳胶制品有限公司产品。

1.2 主要设备和仪器

GDJ-100型高低温恒温恒湿箱, 无锡苏南试验设备有限公司产品; Color-Eye 7000A型分光光度计, 爱色丽(上海)色彩科技有限公司产品; JEOLJSM-5900LV型扫描电子显微镜(SEM), 日本电子株式会社产品; 玻璃干燥器, 巩义市科瑞仪器有限公司产品; Nicolet iS50型傅里叶红外光谱(FTIR)仪, 美国尼高力仪器公司产品。

1.3 试样制备

为保证试验的准确性, 试样从同一块合成乳胶海绵(尺寸为 $12.5\ \text{cm} \times 2.5\ \text{cm} \times 1\ \text{cm}$)上进行

基金项目: 浙江省市场监管局质量技术基础建设项目(NQI 20200116和NQI 20190117)

作者简介: 骆立刚(1988—), 男, 浙江义乌人, 浙江省轻工业品质量检验研究院高级工程师, 硕士, 主要从事家居产品质量方面的研究工作。

E-mail: camel5017@sina.com

破坏,其他孔结构完整,合成乳胶海绵出现少量掉渣现象。

(2) 老化48 d后,合成乳胶海绵的黄度指数由11.74增大至42.73,增幅为264%;白度指数由88.38减小至77.81,降幅为11.95%。黄度变化大于白度变化,黄度指数和白度指数表征的合成乳胶海绵老化速率分别为 $0.702\ 3$ 和 $0.227\ 2\ \text{d}^{-1}$ 。

(3) 交联密度表征的合成乳胶海绵老化速率为 $2.708\ 2 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ 。

(4) 在老化15 d后,合成乳胶海绵的FTIR谱出现新特征吸收峰,即在热氧老化过程中合成乳胶海绵发生了明显的加成和氧化反应。

参考文献:

- [1] 王相鹏,杨慧,郑津,等. 丁苯橡胶的紫外光老化和热氧老化机理[J]. 厦门大学学报(自然科学版),2016,55(6):815-822.
- [2] LI N, ZONG X, LI H Y, et al. Aging behaviors of trans-1,4-poly(isoprene-co-butadiene) copolymer rubber[J]. Polymer Degradation and Stability, 2020, 183: 109456.
- [3] 胡行俊. 高聚物的老化与稳定[J]. 合成材料老化与应用, 2005, 34(1): 37-38.
- [4] SANGUANSAP K, SUTEEWONG T, SAENDEE P. Composite natural rubber based latex particles: A novel approach[J]. Polymer, 2005, 46(4): 1373-1378.
- [5] 梁梨花,钟建永,丁玲,等. 顺丁橡胶的热氧老化及其机理[J]. 高分子材料科学与工程, 2019, 35(2): 107-111, 120.
- [6] 刘晓丹,谢俊杰,冯志新,等. 橡胶材料加速老化试验与寿命预测方法研究进展[J]. 合成材料老化与应用, 2014, 43(1): 69-73.
- [7] 刘明,高蒙,张兴华,等. 橡胶材料自然环境老化失效研究进展[J]. 环境技术, 2015, 33(6): 31-34.
- [8] 张冬娜,张恒,张兆,等. 在不同温度柴油中浸泡的氢化丁腈橡胶硫化胶的使用寿命预测研究[J]. 橡胶工业, 2022, 69(1): 3-10.
- [9] 杨小田,张博,康建铭,等. 橡胶老化及其防护技术的研究概况[J]. 化工管理, 2020(20): 100-101.
- [10] 王慧敏,张丽杰,贾爱瑞,等. 橡胶交联密度测试方法及其应用研究进展[J]. 轮胎工业, 2021, 41(10): 602-606.
- [11] 汪艳萍,李春莲,卫忠玲,等. 疲劳硫化天然橡胶交联密度测试研究[J]. 内蒙古工业大学学报(自然科学版), 2009, 28(4): 293-296.
- [12] 李晓鹏,谭珊,谢彪,等. 交联密度对丁苯橡胶与溶剂Flory-Huggins相互作用参数的影响[J]. 橡胶工业, 2016, 63(3): 142-145.
- [13] 贺经纬,赵秀英,郑玮,等. 二维相关红外光谱法及标准线性固态模型对天然橡胶热氧老化机理的研究[J]. 高分子学报, 2016(2): 234-241.

收稿日期: 2022-05-23

Study on Thermal Aging Behavior of Synthetic Latex Sponge

LUO Ligang¹, DING Hongliang², TANG Licheng¹, LI Yi², CHEN Chen³

(1. Zhejiang Institute of Quality Inspection for Light Industrial Products, Hangzhou 310018, China; 2. Zhejiang Construction Engineering Group Co., Ltd. Hangzhou 310012, China; 3. China Jiliang University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The thermal aging behavior of synthetic latex sponge was studied by an accelerated aging test, and the surface morphology, yellowness and whiteness index, crosslinking density and FTIR spectra before and after thermal-oxidative aging were investigated. The results showed that with the prolongation of aging time, the porous structure of the synthetic latex sponge was gradually destroyed. Specifically, when the aging time was 48 d, part of the macroporous structure of the synthetic latex sponge was destroyed and other pore structures were intact. After aging for 48 d, the yellowness index of the synthetic latex sponge increased from 11.74 to 42.73, the whiteness index decreased from 88.38 to 77.81, and the change of yellowness was greater than the change of whiteness. The aging rates of synthetic latex sponge characterized by yellowness index and whiteness index were $0.702\ 3$ and $0.227\ 2\ \text{d}^{-1}$, respectively. In addition, the aging rate of synthetic latex sponge characterized by crosslinking density was $2.708\ 2 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$. During the thermal aging process, the synthetic latex sponge underwent addition and oxidation reactions.

Key words: synthetic latex sponge; heat aging resistance; yellowness index; whiteness index; crosslinking density