

面向电磁干扰屏蔽应用的杜仲胶基复合材料的制备与性能研究

赵国凯^{1,2}, 朱铭强^{1, 2*}

(1. 西北农林科技大学 杨陵 712100; 2. 农业农村部农村可再生能源开发利用西部科学观测试验站 杨陵 712100)

摘要:【目的】制备锰锌铁氧体/炭黑/杜仲胶@环氧树脂复合材料, 以获得应用于工业化电磁屏蔽场景的高性能杜仲胶基功能材料, 从而合理避免不良的电磁辐射。【方法】结合团队自创固化技术体系, 以杜仲胶和环氧树脂为聚合物基体, 采用锰锌铁氧体和炭黑为磁性填料和导电填料, 通过共溶剂法和热压成型工艺制备了杜仲胶基绿色高效电磁屏薄膜。基于磁性能、电阻率、复磁导率、复介电常数和电磁干扰屏蔽效率等计算分析手段, 揭示了该材料的电磁干扰屏蔽机制。【结果】锰锌铁氧体/炭黑/杜仲胶@环氧树脂复合材料的饱和磁化强度和矫顽力分别可以达到 20.9 emu/g 和 104.3 Oe, 证明了其具有利用磁损耗衰减电磁波的前景。通过电阻率分析发现炭黑的含量是影响复合材料导电性能的关键, 且当 CB 浓度为 5 wt.% 时, 锰锌铁氧体/炭黑/杜仲胶@环氧树脂复合材料可以在建立起良好的导电网络同时给予复合材料一定的电磁干扰屏蔽能力。当锰锌铁氧体浓度不小于 15 wt.%, 锰锌铁氧体/炭黑/杜仲胶@环氧树脂复合材料的平均电磁干扰屏蔽效率达到 30 dB 以上。并且, 在不同的频率范围内出现了电磁干扰屏蔽效率高达 74.0 dB-80.2 dB 的共振峰。较大的复介电常数的正切值和较小复磁导率的正切值, 说明了复合材料以介电损耗为主导, 协同自然共振引起的磁损耗的电磁干扰屏蔽机制。MZF 浓度达到 25 wt.% 时, 复合材料的水接触角可以达到 90.6°, 其 EMI SE 平均值在酸/碱性条件下也保持波动范围在 1 dB 以下稳定的良好稳定性。当锰锌铁氧体浓度为 10 wt.% 时, 复合材料的电磁干扰屏蔽效率表现出满足工业使用的性状 (>20 dB), 兼顾优异的摩擦磨损性能 (质量损失别为 15.6 mg, 摩擦系数, 0.38)。【结论】综合以上结果, 可以得出, 锰锌铁氧体的浓度达到 15 wt.% 时, 复合材料在 X 波段下具有最好的电磁干扰屏蔽性能, 然而, 当锰锌铁氧体的浓度达到 25 wt.% 时, 复合材料在兼顾电磁干扰屏蔽性能的情况下, 还可以满足复杂应用环境的要求。因此, 锰锌铁氧体和炭黑含量分别为 25 wt.% 和 5 wt.% 时, 杜仲胶基复合材料具有进一步开发和应用用于多功能电磁屏蔽产业化的前景。

关键词: 聚合物基质复合材料; 杜仲胶; 电磁屏蔽; 耐腐蚀性; 热压成型