

[补充信息]

碳纤维表面处理及熔盐电镀 Al 涂层的研究

赵雪妮[✉], 杨建军, 何富珍, 张黎, 王瑶, 张伟刚, 刘庆瑶

陕西科技大学机电工程学院, 西安 710021

[Supplementary Information]

Surface Treatment and Molten Salt Electroplating Al Coating on Carbon Fiber

ZHAO Xueni[✉], YANG Jianjun, HE Fuzhen, ZHANG Li, WANG Yao,
ZHANG Weigang, LIU Qingyao

College of Mechanical and Electrical Engineering, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021

碳纤维前处理

实验采用日本泰纳克斯有限公司(TohoTenax Co., Ltd.)生产的 CF (直径为 7-9 μm) 作为基材; 首先对 CF 进行清洗除胶处理, 即将一定质量的 CF 在室温下用蒸馏水、无水乙醇、丙酮和蒸馏水依次超声清洗 30 min。然后, 配制质量分数分别为 20% 的 HNO_3 溶液和 H_2O_2 溶液, 并按照 1:1 的体积比配制为混合酸溶液。之后按照 50:1 的比例将清洗好的 CF 浸入到混合酸溶液中并进行超声波表面处理 180 min。最后将处理完成的 CF 利用蒸馏水清洗干净后在 80 $^\circ\text{C}$ 条件下烘干处理 6 h。待 CF 在混合酸溶液中处理结束后将其命名为 NH-CF, 以备后续文中应用。实验中清洗及处理 CF 控制超声频率为 60 kHz、功率设置 80 W。

熔盐电镀法 CF 表面 Al 涂层的制备

实验选用 NH-CF 作为基体。高纯铝片 (Al 含量为 99.99%, 0.01% 杂质) 作为阳极材料, 并经过打磨抛光、碱洗、水洗、无水乙醇洗、干燥等预处理过程。将分析纯 NaCl、KCl 试剂在 400 $^\circ\text{C}$ 下干燥脱水 5 h 后, 与分析纯无水 AlCl_3 按照质量比为 8:1:1 的比例配置成 $\text{AlCl}_3\text{-NaCl-KCl}$ 三元无机熔盐体系。之后将经过充分混合的 $\text{AlCl}_3\text{-NaCl-KCl}$ 置入刚玉坩埚中, 并于自制的熔盐反应炉中在 170 $^\circ\text{C}$ 条件下加热融化。在加热过程中为防止 AlCl_3 挥发, 在坩埚口加聚四氟乙烯盖。实验中控制电镀时间分别为 1 h、3 h 及 5 h, 电流密度分别为 25 mA/cm^2 、35 mA/cm^2 及 55 mA/cm^2 。在开始电镀前, 待温度升高至 170 $^\circ\text{C}$ 后将 CF 置于熔盐中浸泡 5 min 预热, 之后接通电源开始电镀, 实验整个过程在通风橱中进行。电镀结束后, 迅速取出试样并快速用蒸馏水反复清洗, 干燥后进行表面组织形貌观察、分析。

分析与表征

实验利用 JEOL JSM-6460 型真空扫描电子显微镜 (SEM) 对涂层 CF 的形貌进行表征; 利用能谱分析仪 (EDS) 对试样进行元素分析, 定性确定涂层性质; 采用 JSF08 短纤维力学性能测试装置对混

合酸处理单丝 CF 的拉伸性能进行测试;采用型号为 Nikon-D750 高速摄像捕捉设备对混合酸处理前后的 CF 进行图片捕捉,并以测量液体和 CF 的接触点做切线得到接触角。之后延长观测时间(0~90 s),得到不同时间段下 CF 表面接触角的变化趋势,表征 CF 表面的润湿性能;采用型号为 KSL-1100X-S 的小型箱式炉进行热震循环实验,温度为 400 °C,循环次数为 20 次。实验中将试样在 400 °C 保温 5 min 后迅速冷却并测定涂层 CF 的质量,之后重复实验得到不同循环次数下涂层 CF 质量变化趋势,从而表征涂层和基体的结合性能。