

真空电弧镀 DZ22 合金 NiCrAlY 涂层性能研究

北京航空材料研究所 吴凤筠

一、前言

真空电弧镀膜设备 A1000 采用电弧放电直接蒸发镀膜材料制成的阴极靶,与同类型镀膜设备一样有如下特点: a. 金属阴极蒸发源不熔化; b. 由磁场控制电弧放电,可细化膜层微粒; c. 金属离子率高; d. 一弧多用:既是蒸发源,又是工件加热源,而且也是工件轰击净化和离化源; e. 设备结构简单^[1]。

A1000 设备是生产发动机叶片涂层的专用设备。尤其是生产耐热合金涂层,工作稳定、工艺成熟。沉积速率 20~25 $\mu\text{m}/\text{h}$ 。

下面对 DZ22 合金涂镀 NiCrAlY 涂层的性能进行分析研究。

二、涂层成分、结构

涂层名义成分: Ni22~23Cr-8~10Al-0.1~0.3Y。此成分与国内外研究的耐热合金 MCrAlY 高温防护涂层的结果基本一致。

涂层组织结构由 β 、 γ 、 γ' 相组成,晶粒细小,组织致密。可以根据需要选择合金涂层厚度 1~150 μm 。以下研究的涂层由于涂覆前合金已经热处理,涂镀涂层后扩散处理选择的时效温度为 870 $^{\circ}\text{C}$ 。

三、涂层性能

1. 抗高温氧化性能—采用周期氧化试验方法评定
试样大小: 30mm \times 10mm \times 1.5mm

试样在 1100 $^{\circ}\text{C}$ 炉中加热 60min,取出空气中冷却 15min 为一周期。按规定的试验周期称量试样重量。图 1 为 1100 $^{\circ}\text{C}$ 周期氧化动力学曲线。表 1 列出氧化增重与时间的关系方程。

无涂层试样 10h 之内严重氧化,10h 后氧化增重迅速减小,70h 左右出现负值。有涂层试样 120h 之内增重与时间成对数关系,试样缓慢增重。

2. 抗腐蚀性能—采用涂盐腐蚀试验方法评定

试样大小: 30mm \times 10mm \times 1.5mm

涂盐成分: 95% Na_2SO_4 + 5% NaCl

试验温度: 900 $^{\circ}\text{C}$

试样涂盐后在炉中保温 20h,取出空冷,水中冲洗,

吹干。检查外观,称量试样重量为一周期。有涂层试样试验 100h,涂层中虽有腐蚀,但还存在一定的厚度,仍可继续保护合金(图 2)。试验共进行 180h,有涂层试样重量变化为 0.38 mg/cm^2 。可认为涂层抗 900 $^{\circ}\text{C}$ 涂盐腐蚀寿命大于 180h。

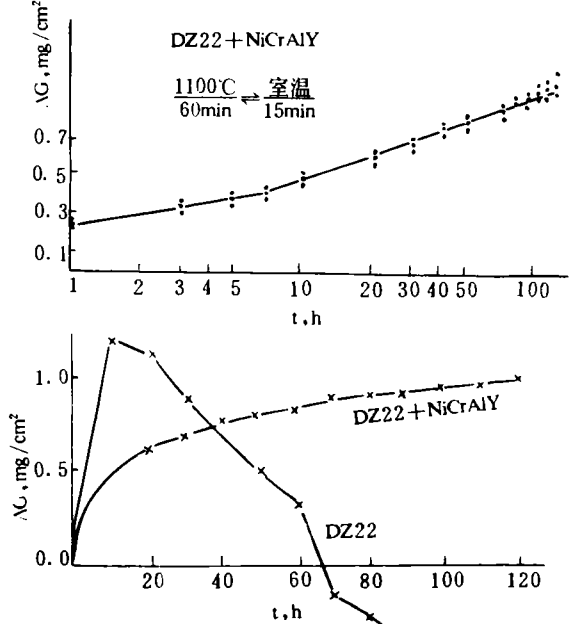


图 1 1100 $^{\circ}\text{C}$ 周期氧化动力学曲线

表 1 DZ22 + NiCrAlY 涂层周期氧化性能

涂层厚度 (μm)	氧化行为 1100 $^{\circ}\text{C}$ /60s \rightleftharpoons 室温/15s		120h 试验 后增重
	$\Delta G-t$ 关系方程	时间区间 (k)	
20~24	$\Delta G_1 = 0.2095 \lg t + 0.0345$	1~7	1.04 mg/cm^2
	$\Delta G_2 = 0.5036 \lg t + 0.0054$	7~120	

无涂层 DZ22 试样仅试验 20h 增重已达 11.13 mg/cm^2 ,为有涂层试样试验 20h 增重值的 30 倍。40h 试验后试样边角处有厚的氧化皮脱落,使其失重达 9.6 mg/cm^2 。

涂盐腐蚀试验结果见表 2,图 3 为腐蚀动力学曲线。

为进一步了解 DZ22 的腐蚀情况,将无涂层 DZ22 试片涂盐,900 $^{\circ}\text{C}$ 下氧化 1、2、4h 各取出一片称重,检查外观,并进行金相分析,结果见表 3。1h 试验后试样

成缓慢增长阶段, 同时使重量损失时间
 2h; N616 周期继续增长, 在 2h 和 2
 5 表面重量损失的速率逐渐减小, 重量损
 失提高, 表面氧化层厚度增加, 性能至
 基体在 1100°C 高温条件下, 性能
 系数 1.2 对 1.6 的比值, 说明性能
 性能没有影响, 说明表 5.5 式
 重量值的比时, 是有除层截断腐蚀
 过 论 性试验 1h 表面腐蚀已经出现了, 四
 表面氧化层厚度, 说明氧化层厚度, 试验

合	安	然	展	備	有	12	的	增	重	，	基	体	
1,	30												8
为	为	0.0495	mg/cm ²	开	始	增	重						5
8,	30												5
ng	平	降	至	可	以	体	场	增	重	施	，	收	38
1,	40												6
合	洗	酸	层	的	22	的	分	的	1.8	h			结
7,	00												5
能	对	酸	层	的	1.8	的	分	的	1.8	h			5
主	能	影	响	酸	层	的	分	的	1.8	h			5
围	之	能	影	响	酸	层	的	分	的	1.8	h		5
最	程	则	的	分	的	1.8	h						5
3,	00												5

