

新型无机粘结固化涂层

吴 行 义

航空涡轮发动机的零件,在工作时常处于高温高压的燃气流动的介质中,往往因被腐蚀而毁坏。最实际的解决方法是在零件上涂覆防护层。我们经过反复探索,终于在试验室条件下研制出一种新型粘结固化涂层的涂料,经过各种试验,某些性能近似于美国Sermetel W(Ⅱ)

型涂层,现将试验结果介绍如下。

1. 水冷热震试验

试片尺寸为 15×40 (毫米²),材料用 30Cr MnSi(厚度1毫米)、GH140(厚度1.5毫米)、Cr17Ni2(厚度2毫米)。

试验方法:

600℃保温15~20'水冷 循环30次;

650℃保温15~20'水冷 循环10次;

700℃保温15~20'水冷 循环10次;

涂层只涂覆在试片的一个面上,结果见表

1、图1。

表 1

序号	基体材料	CA 108	CA109	CA110
1	30CrMnSi	在600℃,第3次热震时,涂层颜色加深;在700℃,第3次热震时表面粗糙,涂层增厚0.04毫米,无剥落现象。	在600℃热震时,有局部烧蚀,涂层颜色略加深,表面粗糙,增厚0.01毫米。	在650℃第6次热震时,涂层颜色加深;700℃,第3次热震,表面粗糙,烧蚀,掉块 1×1 毫米 ² 。
2	GH140	在600℃,第3次热震时,涂层颜色加深;在700℃,第7次热震时,边缘剥落。	在650℃,第6次热震时,涂层颜色加深;700℃热震时,试片左边剥落1小块(1×2 毫米 ²)。	在700℃第1次热震时,边缘剥落,第2次时,中间剥落,第4次时,剥落面增加。
3	Cr17Ni2	在600℃第3次热震时,颜色加深;在700℃第4次热震时出现 1×2 毫米 ² 剥落块,第5次时有四处剥落,表面稍平整。	在700℃,第7次热震时,出现三处点状剥落,表面较试验前粗糙。	在700℃第7次热震时,边缘有二小块剥落,表面较试验前粗糙。

从CA108、CA109、CA110三种涂层在三种基体材料上的水冷热震试验情况看,CA109涂层表现了与基体有较好的结合力。

2. 干热试验

试片尺寸与材料同1。

试验方法:试片两面及边缘均涂覆涂层,试验前在试片的正背面涂层上用尖锐的刀刃交叉地划痕,露出基体金属。经两种方案试验:

(1)在600℃的马弗炉中,连续加热100小时,冷却后检查试片,

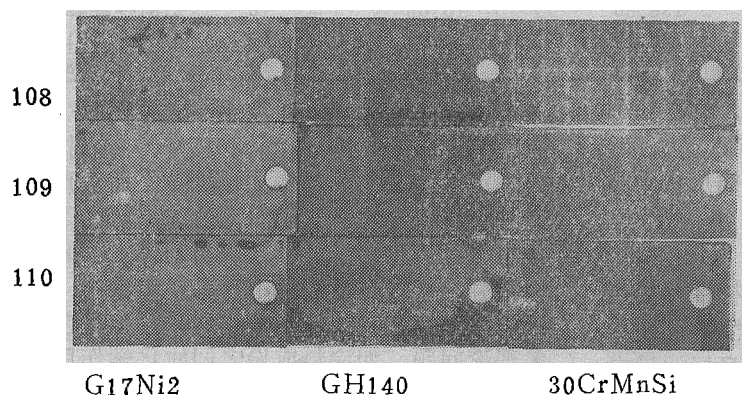


图 1 三种涂层在水冷热震后的试片表面

除划痕处显露的基体金属被氧化外,被涂覆的基体表面,未见氧化锈蚀。

(2) 经过 600℃ 3 小时+650℃ 22 小时+700℃ 39 小时+750℃ 3 小时+800℃ 5 小时。

在不同温度下,累计加热100小时,三种试片的涂层上,均有先后不同程度的脱落,当在 800℃ 加热后,涂层全部发黑、脱落。

3. 抗氧化试验

试片尺寸为 25×10 (毫米²),材料用 30Cr MnSi (厚度 1 毫米)。

试验方法:试片在 600℃ 下加热 50 小时,测其无涂层与有涂层试片的氧化增重情况(表 2)。

表 2 有涂层和无涂层的氧化增重

在 600° C 的 加热时间 (小时)	基体 (无涂层)		CA 108		CA 109		CA 110	
	氧化增重	氧化速度	氧化增重	氧化速度	氧化增重	氧化速度	氧化增重	氧化速度
	克/米 ²	克/米 ² ·小时	克/米 ²	克/米 ² ·小时	克/米 ²	克/米 ² ·小时	克/米 ²	克/米 ² ·小时
25	12.5	0.50	-0.47	0.019	0	0	0.7	0.028
50	20.3	0.41	0.18	0.0037	2.50	0.049	2.30	0.046

从表 1 看出,30CrMnSi 材料在 600℃ 时。经三种涂层防护,均有较好的抗氧化防护作用。

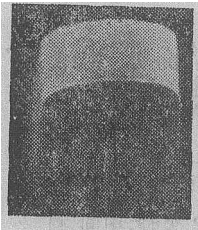


图 2 弯曲后的试片

4. 弯曲试验

试片尺寸为 120×10 (毫米²),材料同 3,在试片一面涂覆涂层。试片弯曲角可达 180°,未发现裂纹(见图 2),边缘黑点是因为边缘涂层较厚,掉块所致。

经 450±5℃ 加热 2 小时,冷却后,用 5% 的盐水连续喷雾 8 小时,为一个周期,共 10 次。结果三种涂层表面未见异常,没有锈蚀产生。

6. 耐油腐蚀试验

试片尺寸及材料同 1。在涂层的两面上,用刀刃对角划痕,露出基体,而后分别浸入润滑油、煤油和液压油内,浸泡 100 小时,取出后用软布将油擦净,三种涂层表面均未见任何锈蚀,并且在划痕处,金属光泽仍然可见。

7. 常温低周疲劳试验

试样材料是 GC-19,涂料采用 CA101 (近于 CA109 的配方),测定涂层对基体材料低周疲劳的影响,结果见表 3。

表 3 涂层对 GC 19 低周疲劳性能的影响

批 次	试样情况	K	σ_{max} 公斤/毫米 ²	σ_{min} 公斤/毫米 ²	n 转/分	N _f 次
1	无 涂 层	0.6	136.60	13.66	10	2187~2742
	CA101 涂层	0.6	136.60	13.66	10	2187~2642
2	无 涂 层	0.6	138.50	13.85	10	2160~2391
	镀 Ni-Cd 层	0.6	137.94	13.79	10	1358~1548

由表 3 可以看出,GC-19 材料,有 CA101 涂层与无涂层的试样循环次数相同,而镀 Ni-Cd 的试样则低 30%,可见 CA101 涂层优于镀 Ni-Cd 层。

8. 导电性

三种涂层经导电性处理后,用标准万用电表测定,探头在涂层表面任何部位上,间距为 25 毫米的电阻小于 10 欧姆,呈现了良好的导电性。

综上所述,以铝为主要填充剂,磷酸盐、

铬酸盐和水为粘结剂的涂层,它主要是一种牺牲性的阳极防护涂层,具有良好的高温抗腐蚀等性能。涂覆在基体上被烧结之后,形成了一种无溶解性的陶瓷金属复合涂层,由于对基体材料有磷化作用,故涂层与基体之间的结合力很强。所以这是一种很有希望的涂层。通过试验,我们初步获得了一些结果,但是还有许多理论问题,如涂料成份之间的化学作用、与基体之间的结合机理等,有待进一步研究。