

新一代超音速干线民机用的高温
变形铝合金—AK4—2(1143)合金

俄罗斯航空材料研究院院长 P. E. 沙林(院士)在 1992 年《材料工程》第 6 期上发表的一篇文章“航空航天用材料未来的发展途径”中曾透露过:“在研究阶段出现了一些可靠性高的热强变形铝合金,其可靠性比批生产的 AK4—1 合金高 0.5 倍”。根据近两年我们所收集的资料看,这些可靠性比 AK4—1 合金高出 0.5 倍的高温变形铝合金之一就是 AK4—2 或称为 1143 合金。

据报道,前苏联和现俄罗斯用于马赫数为 2.2 以下的超音速旅客机的主要高温铝合金就是 AK4—1 合金(相当于美国的 2618 合金和中国的 LD7 合金)。但是,从 AK4—1 合金在 TV—144 超音速旅客机上的使用情况看,其可靠性较差,即断裂韧性、低周疲劳和裂纹扩展速率等性能都较低。为了克服 AK4—1 合金的上述缺点,俄罗斯航空材料研究院与有关冶金工厂合作在对 AK4—1 合金进行深入研究的基础上已研制出一种供新一代超音速干线民机用的可靠性更高的变形铝合金,并命名为 AK4—2 合金或 1143 合金,其化学成分(%)为:1.2~2.6Cu;1.2~1.6Mg;0.4~0.7Fe;0.4~0.7Ni;0.05~0.1Ti;0.05~0.25Zr;0.1~0.25Si,其余为 Al。AK4—2 的化学成分与 AK4—1 合金相比,主要是 Fe 和 Ni 的含量降低了 1/2。据有关资料介绍,这是因为在深入研究 AK4—1 的过程中发现,如果在合金中加入 0.05~0.25%Zr,不仅可提高合金的强度性能,而且还可提高合金的耐高温性能。但是,在加有 Zr 的情况下,对 Fe 和 Ni 的含量则必须加以限制,即分别不得超过 0.7~0.8%,否则,就会导致合金的持久强度下降。

AK4—2 合金的热处理制度与 AK4—1 相似。合金的铸造、冷、热变形性能也较好。据报道,曾在工业生产条件下用连续铸造法铸造直径分别为 850mm、1100mm 和 360mm 的锭子制成厚度为 65mm 的锻造板材、横截面积为 40.5~900cm² 的挤压型材和重量为 165kg 的锻件,并随后进行了以下各种力学性能的试验:常温下的力学性能(包括 σ_b 、 $\sigma_{0.2}$ 、 δ),冲击韧性、断裂韧性、低周疲

(上接第 48 页)

修订后的标准对玻璃钢制件的质量控制要求更明确、严格,内容更全面。可以说只要认真贯彻执行新标准中的有关规定和要求,必将会对我国玻璃钢航空制件的生产及产品质量的提高起到保证和推动作用。

参考文献

1. 杨学衡 复合材料国外标准汇编,中国环境科学出版社,

劳,裂纹扩展速率,耐热性—持久强度和蠕变性能等。其试验结果以及与 AK4—1 合金的相应性能的比较见附表 1~5。

表 1 AK4—2 合金的模锻板材(尺寸为
65mm×1500mm×11000mm)常温下的
力学性能与 AK4—1 合金的比较

合金 牌号	取样 方向	σ_b (MPa)	$\sigma_{0.2}$ (MPa)	δ (%)	a_{KU} (J/cm ²)
AK4—2 (1143)	纵向	—	—	—	15.5
	横向	420	380	10	10
	高向	400	370	5.5	3.7
AK4—1	纵向	—	—	—	12.0
	横向	420	380	7.0	6.0
	高向	400	—	4.0	—

表 2 AK4—2 合金模锻板材的断裂韧性、低周疲劳、
裂纹扩展速率与 AK4—1 合金的对比

合金 牌号	取样 方向	K_{IC} MPa \sqrt{m}	低周疲劳 周($K_t=2.6$)		裂纹扩展速率 (mm/周)	
			$\sigma=200$	$\sigma=160$	$\Delta K=15.6$	$\Delta K=21.9$
AK4—2 (1143)	纵向	31.5~33	43	164	0.6~0.9	1.95~2.05
	横向	27~32	46	157	—	—
	高向	22~24	—	—	—	—
AK4—1	纵向	24~28	354	92	1.3	6.8
	横向	19~25	34	85	—	—
	高向	17.5~20.3	—	—	—	—

表 3 AK4—2 合金挤压型材在常温下的力学
性能与 AK4—1 合金的比较

合金 牌号	取样 方向	σ_b (MPa)	$\sigma_{0.2}$ (MPa)	δ (%)	a_{KU} (J/cm ²)
AK4—2 (1143)	纵向	410	390	9	11.0
	横向	420	380	7	5.0
	高向	410	370	6	—
AK4—1	纵向	430	390	8.0	5.0
	横向	420	380	5.5	3.0
	高向	410	370	5.0	—

(下转第 14 页)

1992
2. “选编”第一册编辑组,国外纤维增强塑料标准选编(第一册),国家建材局北京玻璃钢研究所,1984
3. 翁祖祺等,中国玻璃钢工业大全,国防工业出版社,1992
4. 全国纤维增强塑料标准化技术委员会秘书处 纤维增强塑料(玻璃钢)标准汇编,中国标准出版社,1988

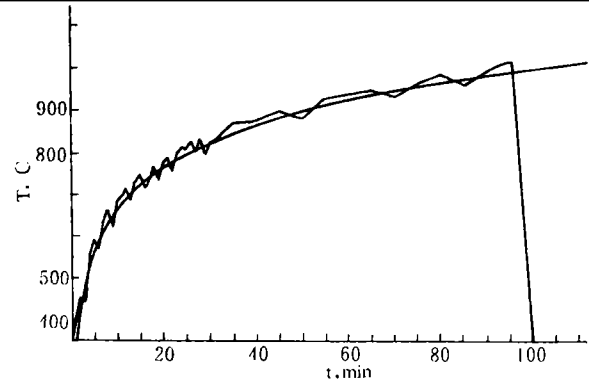


图 2 防火复合玻璃 T-t 关系曲线

表 3 耐火极限

型号	厚度 (mm)	ISO-3009 标准 (h)	产品实例耐火 极限 (h)
B-TF22	22±1.0	1.2	1.58
B-TF15	15±1.0	0.9	1.08
B-TF13	13±1.0	0.6	0.73

参考文献

1 GB 7633-87 玻璃防火门
2 ISO-3009 镶嵌玻璃构件
3 王孟钟, 黄应昌. 胶粘剂应用手册, 化学工业出版社, 1987: 552
4 王承遇, 陶英. 玻璃表面和表面处理, 中国建材工业出版社, 1993 (下略)

5 结论

(上接封三)

表 4 AK4-2 合金挤压型材的断裂韧性、低周疲劳和持久强度与 AK4-1 合金的比较

合金 牌号	取样 方向	K _{IC} MPa \sqrt{m}	低周疲劳 周; K _t =26; $\sigma=160$	σ_{-1} , MPa	
				光滑试样	带缺口试样
AK4-2 (1143)	纵向	33. 5~40. 0	83~145	130	90
	横向	25. 0~33. 5			
	高向	23. 5~25. 0			
AK4-1	纵向	22. 8~25. 6	35~95	110	70
	横向	—			
	高向	20. 3~21. 5			

表 5 AK4-2 合金锻件 (尺寸为 65mm×1500mm×11000mm) 常温下的力学性能与 AK4-1 合金的比较

合金 牌号	取样 方向	σ_b (MPa)	$\sigma_{0.2}$ (MPa)	δ (%)	a_{KU} (J/cm ²)	a_{TV} (J/cm ²)	K _{IC} (MPa \sqrt{m})	σ_{150}^* (MPa)	σ_{150}^* (MPa)
AK4-2 (1143)	纵向	430	370	13	16~18	11~12	—	320	270
	横向	420	340	10	9~12	—	—		
	高向	390	330	6. 5	6~7	—	23. 5~27		
AK4-1	纵向	430	360	9	10~12	5~6	—	325	280
	横向	420	350	7	7. 5	—	—		
	高向	400	330	5	—	—	17. 5~23. 3		

从两种合金性能对比看出, AK4-2 合金的冲击韧性、低周疲劳、断裂韧性和裂纹扩展速率等优于 AK4-1 合金, 个别指标甚至高出 40%。是最有希望用于新一代超音速干线民机的高温铝合金。 (朱荃芳)