

基本上没有影响。随着 SiC 含量的增加,复合材料的热膨胀系数减小(图 2),30Vol. %SiCp/2024Al 复合材料的热膨胀系数只有基体合金的 60%,即这种复合材料具有良好的热稳定性,并且随着 SiC 颗粒含量的增加而增加。

表 3 SiCp/2024Al 复合材料的热膨胀系数($\times 10^{-6}$)

SiC 颗粒含量 (Vol. %)	SiC 颗粒尺寸 (μm)	RT ~100℃	RT ~200℃	RT ~300℃	RT ~400℃
15	3.5	15.4	15.9	16.7	17.6
15	20	15.4	16.0	16.9	17.8
30	20	12.5	13.1	13.5	14.3

图 3 为 SiCp/2024Al 复合材料的磨损率-载荷曲线。与基体合金相比, SiCp/2024Al 复合材料表现出良好的抗磨损性能。在 15Vol. % 相同的 SiCp 含量下,随 SiC 颗粒尺寸增大,复合材料的磨损抗力明显增加。在 SiC 颗粒尺寸(20 μm)相同情况下,随 SiC 含量由 15Vol. % 增加到 30Vol. %,复合材料的磨损抗力又进一步增大。复合材料和基体合金的磨损率均随载荷的增加而增大。

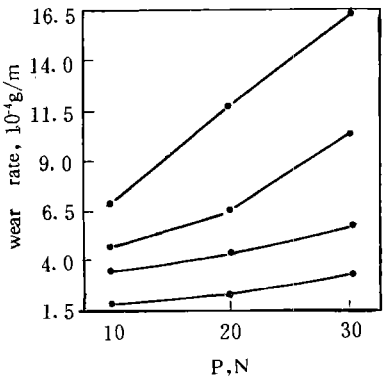


图 3 复合材料磨损率-载荷曲线

四、结 论

- 1. 小颗粒 SiC 增强铝复合材料具有较高的强度,而大颗粒 SiC 增强铝复合材料则具有高的磨损抗力和较好的塑性。
- 2. SiC 颗粒尺寸对复合材料的热膨胀系数和弹性模量没有明显的影响。
- 3. 随 SiC 颗粒含量增加,复合材料的强度,磨损抗力均增大,而塑性和热膨胀系数则降低。
- 4. 小颗粒 SiC 增强铝复合材料具有小韧窝断口特征,界面结合强度较高;而大颗粒 SiC 增强铝复合材料断口上有较多裸露的 SiC 颗粒,这与弱的界面结合和 SiC 颗粒断裂有关。

参考文献

1. P. Niskanen et al., Adv Mater Process, 3 (1988) 39

2. M. W. Mahoney and et al., ICCM—VI Vol., 2 P372
3. W. R. Mohn and et al., J. Mater. Eng, 10 3 (1988) 225
4. 马宗义,姚忠凯,金属学报,26 6 (1990) B423

* * * * *

铼的开发与应用

铼作为纯难熔金属在高温结构和能源系统中,例如在航天和导弹推进系统中的应用是很有吸引力的。它可以作为纯结构材料应用,也可以作为石墨或碳-碳结构材料的内衬应用,因为铼对高温火箭发动机和热气阀的零件起耐腐蚀的作用。铼比其它传统内衬材料有更多的优点,它的熔点温度为 3180℃,除钨外高于其它所有金属,铼不形成碳化物,具有室温延展性。在 2500℃时,高温强度可以与碳复合材料相当,且能与石墨和碳复合材料很好地粘接。用铼制造的喷口零件在 2200℃下经受 10⁵ 热疲劳循环而不发生任何明显破坏。在极限拉伸强度和持久强度方面铼也是难熔金属中最好的一种。

目前生产铼制品的主要方法有粉末冶金法和化学蒸汽沉积法两种。粉末冶金的典型工艺为在 415MPa 下冷压制坯,随后在真空或氩气中于 1200℃ 温度下进行预烧结和于 2700℃ 进行烧结。这时具有约 80% 密度的材料再经过冷加工使之收缩约 1~3%,以形成完全致密制品。粉末冶金的铼坯可以轧制成薄板,模锻或拉丝。铼制品可以焊接,包括钎焊和扩散焊。对外形复杂的零件,在粉末冶金法很难生产的情况下可以采用蒸汽沉积法生产。该方法可以生产薄壁、小直径或复杂形状的铼零件,同时根据铼的特殊性能,可以用蒸汽沉积法来涂敷碳、陶瓷和金属以形成各种不同性能的复合材料。

自 1985 年以来,美国 NASA 已将铼应用于航天和航空工业。尽管它的比重大,价格高,在无合适材料替换之前,铼的研究应用仍将不断发展。

(赵金凤)

* * * * *

(上接 3 页)

果,具有更高强度的新合金正在研究之中,用以代替镍基合金(Inconel718)紧固件。

结 论

由于钛合金具有较高的结构效率和优良的抗腐蚀性,对于飞机应用而言,钛是一种引人注目的材料。在波音系列飞机上,钛的应用正在稳定地增长,其趋势还在不断发展。将来的研究方向将会集中在提高合金强度、降低制造成本,通过提高成本效率的途径进一步扩大钛的应用。