

制造高温合金的新方法

普拉特·惠特尼公司正在发展一种快速凝固金属粉末工艺(简称RSR),用这种工艺制成的金属粉末颗粒直径小于100微米,是由熔融金属以大于100000℃/秒的速率凝固的。(现代一些金属粉末生产法采用的凝固速率大约为100℃/秒,铸锭时熔融金属的凝固速率为0.01℃/秒)

RSR工艺的快速结晶速率为制取合金提供了有利条件,该工艺还可以超过一般合金化极限达到不同组分的平衡。

据称,用RSR工艺制得的金属比用一般方法制得的金属均匀,制成合金的熔点也比一般方法制得合金的熔点高。熔点增高意味着能使现有的许多合金在较高温度下进行热处理,从而改进其机械性能。

普拉特·惠特尼公司已研制成的合金有:

1. 与现有合金比较,能在更高温度保持物理性能的高温合金;
2. 与一般合金比较,在极高温度下能保持机械性能的铝合金;
3. 改进耐腐蚀性的轴承合金;
4. 无铬不锈钢。

RSR金属粉末生产的设备:真空罐(直径7英尺);金属盘(作雾化器用直径3英寸转速24000转/分),盘的上方装有一加热漏斗,其底部有一控制熔融金属流向凹面转盘中心的孔。

流到凹面盘上的熔融金属,由于离心作用形成一薄层金属液,沿切向甩离转盘而形成微细的熔融质点,这些质点通过氮气形成微粒。氮气经喷嘴从上往下吹,喷嘴安装在容器径向四周。

熔融质点以大于100000℃/秒的冷却速率,在氮气中凝固成粉末,并集装到连接在真空罐底部的容器内。然后将粉末送到靠近真空罐的分离器中,通过离心作用使粉末与氮气分开,

抽出罐中氮气重新压回氮气系统。

流入雾化室的氮气温度约为150~200°F。

待雾化的合金料在真空罐内漏斗上面的真空感应炉中进行混合,炉子容量约500磅。

雾化转盘用铜制成,由气动轮机传动。

所生产的粉末约有98%直径小于200微米(典型合金)。将雾化的粉末过筛,筛去直径大于100微米的粉末,成品率约为70%。工业粉末生产用筛最适宜的尺寸,取决于所生产的合金。

1976年,美国国防部先进研究计划处(DARPA)与空军材料实验室共同提出的第一项RSR合同计划是:发展物理性能相同、比现生产的合金高100°F的高温合金。1978年再扩大到对轴承钢及高温铝合金的研究。

1977年订的另一项DARPA合同无意地打开了研究无铬不锈钢的大门。最初的目标是诱导钢的超塑性,结果失败了,但证明所发展的RSR铁-铝合金(实际上是无铬不锈钢)既有较高的强度又能抗氧化。

1979年开始的DARPA计划,将高温合金的研究扩大到低循环疲劳特性及抗氧化性,并与早期研究的合金的一般特性(持久强度与蠕变性能)进行了比较。

1980年,从海军接受的合同是分析RSR轴承钢的腐蚀特性,从空军材料实验室接受的另一项合同是对工艺的研究。

1980年普拉特·惠特尼公司表示愿接受海军关于研究断裂韧性钢的合同,并争取接受空军材料实验室本年度的研究合同,即与一家大的飞机构架制造商联合发展高温铝合金。按DARPA研究计划是发展在高于现水平100°F的温度下可保持强度特性的高温合金。研究集中在两类合金上:一类是典型合金Heat 185,镍基合金,含7%铝,14%钼,6%钨和0.04%碳;另一类是比原定高150~175°F的高温合金,典型合金是Heat 116,镍基合金,含9%铝,9%铬,9%钨。

合金的高温强度与现生产的高温合金相

当, 但抗氧化性特别好。

普拉特·惠特尼公司的研究人员正在通过改进Heat 185的低循环疲劳特性和抗氧化性研制高强度合金, 同时通过提高Heat 116的强度, 研制抗氧化合金。

新的RSR铝合金有可能作为代用料使用, 空军曾要求提供耐更高温度的铝合金。

一般铝合金强度密度比的特性在200°F以下是突出的, 但超过此温度时其强度密度比下降得非常明显。普拉特·惠特尼公司的研究人员正在对一系列含铁、铝和铬的RSR铝合金进行研究。这类合金在450°F以下的强度特性与钛相当, 在650°F下能保持良好强度(尽管在此温度下强度仍比钛低)。

公司的设计人员对这种新合金用于先进发动机风扇和压气机部分发生了兴趣, 并制造了TF30发动机压气机部分用的论证叶片。

以RSR铝合金部件代替钛部件的设计研究表明, 可减重10~30%。用钛锻件制造TF30, 成品件的材料费用约为400美元/磅, 而用新的RSR铝合金, 成本可降至40美元/磅。

现在发动机轴承的寿命是有限的。为此, 普拉特·惠特尼公司研究人员正在用RSR工艺发展轴承材料, 以提高其耐腐蚀性。因为较好的轴承能提高发动机的使用寿命。

经论证表明, 像Fe-14Cr-4Mo-1C和Fe-19Cr-2Mo-1C这样一些RSR合金, 其滚动接触的疲劳性能与F100发动机中使用的轴承材料相当, 但耐腐蚀性要高些。

研究证明, 在铁合金中加铝可获得好的高温抗氧化性, 但照例会使得合金变得很脆。采用RSR工艺能提高这些合金的塑性而易于加工。

普拉特·惠特尼公司还独立研制了能用于发动机重要部位的抗高温氧化的RSR铁合金(含1.4%铝及其它添加元素), 并对发展无铬或铬含量低的不锈钢充满信心, 这种钢在工业上用途很广。

RSR高温合金粉末的研究, 符合于公司设计人员所设想的制造层叠薄片式径向涡轮叶

片, 其方法是高温合金板材层叠在一起, 在真空炉中加压扩散连接, 完成叶片预成形, 并热处理至所要求的机械性能, 然后电化学加工成最终形状。

这种制造方法可使涡轮叶片获得比单个铸造叶片更复杂的内部空冷通道结构。在层叠的叶片中, 每一层薄板上都有连接前加工成的空冷通道。使最适宜的冷空气流对准最需要冷却的截面部分, 通过改进对冷空气流的控制, 既可提高涡轮工作温度, 也可延长叶片寿命。

(袁摘自Aviation Week & Space Technology, January 26, 1981)



铸造铝合金冷凝树脂砂工艺和连续混砂机鉴定会

1981.3.26~28日, 三机部在六二一所召开了铸造铝合金冷凝树脂砂工艺和LH2型冷凝树脂砂连续混砂机鉴定会。有部内外十九个单位, 35名代表参加了会议, 会上成立了鉴定委员会。

首先由六二一所介绍了铸造铝合金冷凝树脂砂工艺研究技术总结和全部技术文件及自行设计和制造的LH2型连续混砂机的技术总结。(这台设备具有美国APK和MiNi-MiX两种混砂设备用途的特点)。一三四厂作了关于采用六二一所研制的冷凝树脂砂工艺通过一年生产考验的技术报告, 然后代表们和鉴定委员会成员分别观看了型砂实验室和LH2型连续混砂机现场技术表演, 对冷凝树脂砂铸型、芯和铸件质量以及连续混砂机进行了考核, 并对该设备的流量装置等有关参数进行了实际测定。

代表们对这两项成果进行了仔细、认真的讨论和鉴定, 给予了较高的评价。

(刘恩政)