

粉末材料中微夹杂缺陷的超声波检验

Ultrasonic Inspection of Small Inclusion in Powder Metallurgy Materials

北京航空材料研究院 梁菁 史亦韦 韩波 唐贞增 李家伟 周愉仙
Liang Jing Shi Yiwei Han Bo Tang Zhenzeng Li Jiawei Zhou Yuxian
(Institute of Aeronautical Materials, Beijing)

[摘要] 介绍了用超声波方法检测微夹杂缺陷的一些试验结果,比较了不同频率、不同试验方法检测能力的差异,并通过解剖试验对检出缺陷的性质、尺寸作了分析。

关键词: 粉末材料 微夹杂 超声检测

[Abstract] In the case of powder metallurgy materials, the most important fact causing incipient crack formation which can reduce the life of fatigue is inclusions. This paper introduces the method and results of small inclusion detected by Ultrasonic, compares the testing capability of different frequency and discusses the characterise and size of the inclusion in the dissected specimen.

Keywords: P/M materials small inclusion ultrasonic inspection

1 前言

镍基粉末高温合金具有组织均匀、晶粒细小等特点,是目前强度水平最高的涡轮盘材料。但是,由于粉末冶金工艺中一些难以完全避免的因素影响,使材料中可能会存在某种缺陷(夹杂、孔洞、裂纹等),其中夹杂缺陷是产生初始裂纹最主要的因素之一。和普通高温合金不同,粉末材料对小缺陷十分敏感。研究结果表明,在高应力下尺寸为 $50\mu\text{m}$ 的夹杂即对疲劳寿命产生影响。因此,为保证材料的安全使用,一方面需要深入研究缺陷尺寸、类型、取向等因素对材料寿命的影响,建立质量控制标准,同时还要建立相应的无损检测方法,提高检测能力,以满足材料安全使用的需要。

由于涡流和X射线方法受检测厚度的限制,不能完全满足检测要求,因此选用超声方法对微夹杂缺陷的表征进行研究。本文介绍用不同频率、不同方法对粉末材料中夹杂物检测的结果,比较了其检测能力的差异。

2 试验方法

2.1 试样制备

试样材料为 Rene 95 雾化粉末合金。状态为 HIP+热处理, 800°C 盐浴。试样厚度 16.5mm, 该试样中含有一定尺寸的夹杂缺陷。

2.2 试验过程

(1) 选择 5~15MHz 接触法探头、25MHz 水浸聚焦探头,分别对试样进行检测,比较了不同频率探头对微缺陷检测能力的差异。试验所用仪器为 USIP-12 型超声波探伤仪,探头为 M109 (5MHz, $\phi 0.5''$)、M111 (10MHz, $\phi 0.5''$)、M113 (15MHz, $\phi 0.25''$)、I2-2504-2 型 L8065 (25MHz, $\phi 0.25''$, 焦距 2"), 其中 25MHz 水浸聚焦探头作 C 扫描检测时,还采用了自制的微机控制精密扫查系统,试验时将探头焦点落在试样中距表面 10mm 左右的位置,选择的扫描参数为:扫查间距 0.15mm, 扫描范围 60mm \times 60mm。

(2) 用 Panametrics 公司 5030A 频谱仪和自制 20MHz 水浸聚焦探头对夹杂的取向进行分析研究。

(3) 对检测出的部分缺陷进行了解剖分析,确定了缺陷的尺寸和类型。

3 试验结果与分析

3.1 检测频率对缺陷检测的影响

用 5MHz、10MHz 探头在试样上都只能发现图 1 中 1# 缺陷。

用 15MHz 探头检测结果见图 1,共发现 13 处缺陷,深度从 4.5~14.5mm 不等,而且大部分缺陷只要在盲区范围以外,均可以从多方向发现,说明缺陷大多为颗



