



MTS热机械耦合疲劳(TMF)测试解决方案

将机械应变与热应变相结合，灵活实现循环疲劳测试解决方案

- » 工程化设计满足快速可重复的试验设置；
- » 方便快捷的样件安装，可快速更换样件；
- » 精确可重复定位的加热线圈与气冷出风口；
- » 采用MTS TestSuite™试验应用软件实现完整试验过程控制；
- » 内建符合ASTM E2368和ISO12111试验标准的试验模板，兼容欧洲应变控制热机械耦合疲劳 (TMF) 力学性能测试标准；

所谓热机械耦合疲劳(TMF)测试是将机械应变循环与热应变循环相结合，以实现材料样件的循环应变控制加载试验过程。这类试验需要独特的试验附件和控制能力，以实现机械应变循环与热应变循环的同步、独立控制。

MTS热机械耦合疲劳(TMF)测试解决方案是在现有的力学性能试验系统基础之上开展相应测试应用的理想选择。此标准化的力学测试解决方案采用感应加热与气冷装置组合，适用于可磁化金属样件的热机械疲劳试验应用。优异的系统控制性能，将热应变控制与机械应变控制相互独立，准确实现了热应变循环和机械应变循环的相位关系。

现有的标准化MTS热机械耦合疲劳(TMF)测试解决方案基于MTS系统公司过去数十年类似产品和系统的应用经验，简化了试验设置流程，缩短试验设置时间并且增强了测试数据的准确性和可重复性。该解决方案经过特别优化的工程设计，可实现最高可达1000℃样件温度的热机械耦合疲劳试验。功能强大的试验应用软件，能够准确可重复地完成复杂的机械应变循环和热应变循环控制，利用软件直接读取温度与应变数据，同时通过实时计算得出机械应变和热应变的具体数值。

be certain.

系统配置

MTS热机械耦合疲劳(TMF)测试解决方案与MTS Landmark®电液伺服力学性能测试系统兼容，主要组成包括了：

- » 射频发生器与温度控制器；
- » 感应加热系统激励装置；
- » 适用于圆棒型样件的感应线圈；
- » 安装支架与线圈定位；
- » 外部气冷控制臂；
- » MTS TestSuite MPE试验应用软件；
- » 标准试验应用模板；
- » MTS TestSuite试验应用软件TMF模块；

感应加热系统与温度控制器

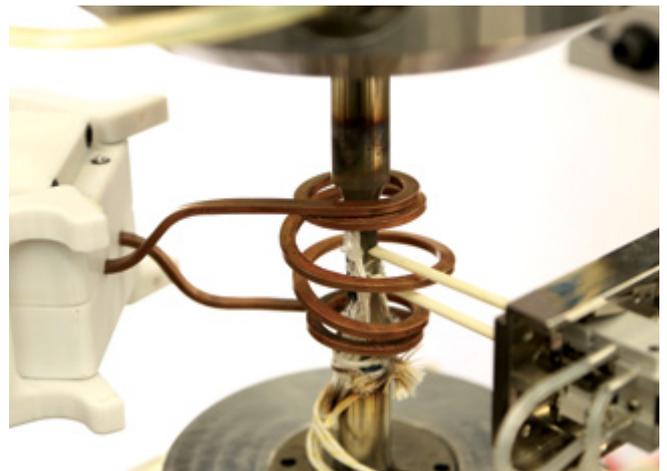
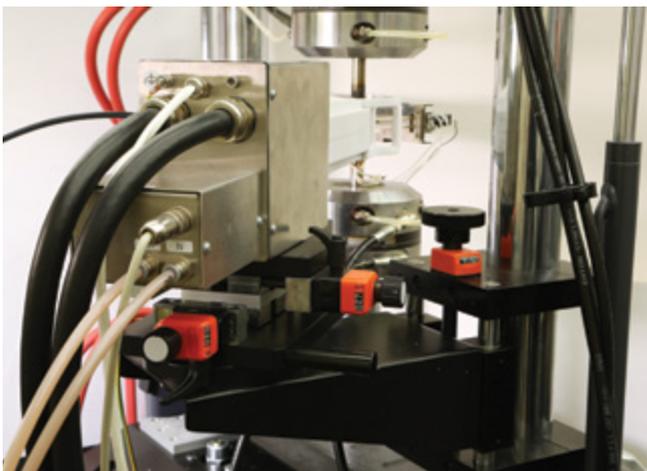
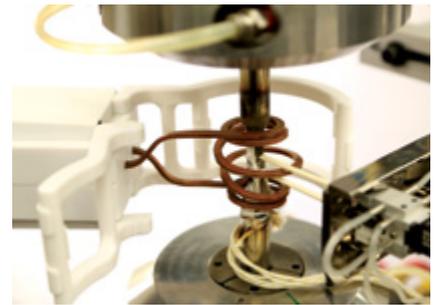
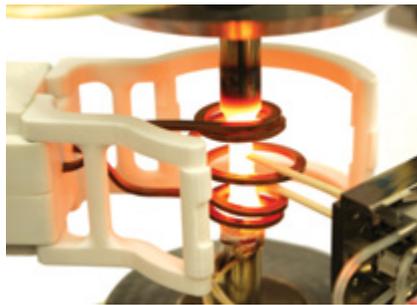
- » 与MTS FlexTest®试验控制器集成；
- » 10kW射频发生，频率范围50~200kHz(10kW)；
- » 双输出温度控制器；
- » K型热电偶，可选用R型热电偶；
- » 可监视最多16个通道的热电偶信号；
- » 冷却水流量与超温应急停(interlock)；



快速可重复试验的优化设计

灵活配置的气冷控制臂

- » 每个气冷出风口具有五个不同的位置定位；
- » 可调气冷出风量；
- » 气冷控制臂可直接转出便于拿取试验件；
- » 气冷控制臂直接转回定位，直接定位有效提高了试验设置的效率；



可重复的定位装置

- » 感应线圈与气冷控制臂均具有定位装置，可以实现X、Y、Z三个方向50mm的定位范围；
- » 快速滑轨设置线圈位置，方便移动，样件的安装与移除快速方便，并且可重复定位至原始位置；

感应线圈

- » 线圈表面具有绝缘涂层，避免漏电风险；
- » 使用3D打印技术生产，确保每组线圈和气冷控制臂具有统一的尺寸和样式；

软件特性

MTS TestSuite 热机械耦合疲劳(TMF)测试解决方案采用了功能强大的MTS TestSuite MPE试验应用软件平台，其提供的试验模板满足ASTM E2368, ISO 12111以及欧洲试验标准。每个试验模板均可以根据需要进行个别的修改和定制。例如修改试验流程、更改逻辑控制、创建新的变量和计算等等来满足特定的试验要求。每个试验模板都包含了基于时间或者温度的热应变补偿算法，可以采用强制风冷或者不采用风冷来运行试验。MTS系统公司的试验专家可以根据用户要求定制试验模板，例如实现采用应力与热应变组合的控制、高周疲劳与TMF的组合，蠕变疲劳与TMF的组合等等。

试验设置

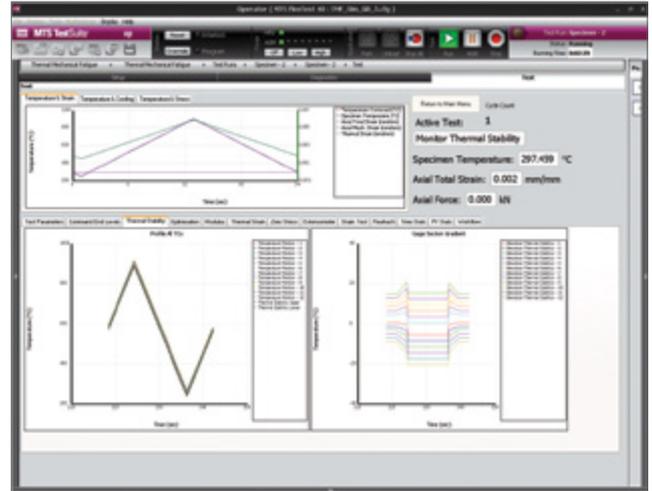
MTS TestSuite试验应用软件可控制各类试验的完整过程，对于TMF试验而言，从输入试验参数开始，试验操作人员按部就班地输入试验信息、定义试验过程，选择试验模型，设置热应变循环与机械应变循环之间的相位关系，并且定义数据采集等等。所有试验参数均可导出，在未来进行类似试验时可以快速导入。

运行试验

MTS TestSuite试验应用软件提供了试验信号的实时监控，可以同时监控机械应变和温度波形，确保所有数据满足试验标准的要求。

报告生成与数据分析

当试验运行完毕，MTS TestSuite试验应用软件可以根据要求自动创建试验报告。用户可以选择预先定义的报告模板。所生成的报告包括所有输入信息和测量数据，用户可以对数据进行后处理。可选疲劳分析模块帮助用户进行更加深入的数据分析等工作。



运行时数据显示热应变稳定性，确认样件的温度梯度满足不同的等级要求

热机械耦合疲劳测试的集成化解决方案：

- » 热应变循环测试，生成热应变报告；
- » 弹性模量测试确认样件的弹性模量并且生成报告；
- » 热应变试验测量热应变并且计算热膨胀系数用于热应变补偿；
- » 零应力测试满足基于时间或者基于温度的循环测试；

TMF系统概览



参数规范

最大试验件温度	1000° C (1832° F)
典型升温速率*	10° C/s (18° F/s)
典型降温速率**	5° C/s (9° F/s)
标准线圈尺寸 可根据用户需求定制线圈	» 50mm高度线圈, 5圈螺旋型 » 包含内置冷却水
标准样品形式	圆棒 中空 可选中空气冷圆棒样品**
标准样品尺寸	最短长度: 125mm 标距段部分的直径: 6~12mm
射频发生器功率	10 kW
射频发生器频率范围	50~200kHz @ 10kW
热电偶类型	K型(可选R型)
温度控制与应急停	双段温度控制具有安全应急停 » 一个用于温度控制 » 另一个用于超温控制
温度监视通道	最多16个
线圈调节定位: X、Y、Z每个方向都是	50mm
认证	CE/NRTL

*与样件的材料、尺寸以及所需要的温度范围有关;

** 需要定制夹具;

了解更多

请联系MTS系统公司的业务代表了解关于热机械耦合疲劳(TMF)试验的更多细节, 有更多的定制方案可供选择。



美特斯工业系统(中国)有限公司
MTS Systems(China) Co., Ltd.

上海
电话: 021-24151000
传真: 021-24151199

北京
电话: 010-65876888
传真: 010-65876777

电邮: MTSC-Info@mts.com
http://www.mts.com

ISO 9001 Certified QMS

上述参数指标发生变更恕不另行通知。

MTS、FlexTest和MTS Landmark是MTS系统公司的注册商标, MTS TestSuite是MTS系统公司的商标, 这些商标在美国境内注册, 在其他国家和地区也受到法律保护。RTM No. 211177.

© 2020 MTS Systems Corporation.
100-579-762a TMFsolutions_ZH 5/20