

气相传输涂层过程中金属的输运介质初探

张中建¹, 金应荣¹, 刘锦云¹, 吴护林², 蔡军³

(1. 西华大学材料科学与工程学院, 四川 成都 610039; 2. 中国兵器工业第五九研究所, 重庆 400039;
3. 长安汽车有限责任公司, 重庆 400023)

[摘要] 自蔓延燃烧气相传输涂层是一种新型的表面涂层技术, 对涂层过程中金属的输运介质进行了进一步的试验研究。试验表明: 卤素单质或 C_6Cl_6 不是金属的输运介质, 它们与活泼金属反应生成的低熔点、高蒸汽压的卤化物(如 $AlCl_3$) 具有把金属元素从高温处输运到低温处的功能, 可能是真正的输运介质。

[关键词] 自蔓延燃烧; 气相传输涂层; 输运介质

[中图分类号] TB39; TG174.446

[文献标识码] A

[文章编号] 1001-3660(2007)02-0014-02

Primary Investigation on Metal Transporting Medium in Vapor Transferring Coating

ZHANG Zhong-jian¹, JIN Ying-rong¹, LIU Jin-yun¹, WU Hu-lin², CAI Jun³

(1. School of Materials Science and Engineering, Xihua University, Chengdu 610039, China;
2. No. 59 Institute of China Ordnance Industry, Chongqing 400039 China;
3. Changan Automobile (Group) Liability Co., Ltd, Chongqing 400023, China)

[Abstract] The vapor transferring coating method is a new one for surface coating, the metal transporting medium used in the coating process has been identified primarily, It's shown that the halogens and C_6Cl_6 may not be the medium for metal transporting, while the active metal halides with low melting points and high vapor pressures, such as $AlCl_3$, maybe the real transporting medium, has the function for metal transporting, by which metals can be transferred from the high temperature place to the low one to form coatings on samples.

[Key words] SHS; Vapor transferring coating; Transporting medium

0 引言

自蔓延燃烧气相传输涂层是一种新型的表面涂层技术, 可在工件表面形成 $10 \sim 250 \mu m$ 厚且结合强度高的均匀涂层^[1]。这种方法无需外部热源, 设备简单, 生产效率高^[2], 有很好的应用前景。但对于涂层过程中的物质输运机理、输运介质等, 人们没有进行细致的研究, 至今没有形成共识, 这妨碍了该技术的应用。

在自蔓延燃烧气相传输涂层过程中, 常常使用 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 等卤素单质以及 C_6Cl_6 等作为输运介质, 这些介质已被认为是金属的输运介质^[3]。但文献[4]进行的热力学分析表明, C_6Cl_6 和卤素单质可能不是金属的输运介质, 它们与活泼金属反应生成的低熔点高蒸汽压的卤化物(如 $AlCl_3$) 可能是金属的输运介质, 能把金属由高温处输运到低温处。在此基础上, 本文设计了新的试验, 初次观察到了 $AlCl_3$ 对铁的输运作用, 初步证实了金属的输运机理, 即: 涂层过程中金属由高温处输运到低温处, 易挥发的活泼金属卤化物具有输运功能, 可以用作金属元素

的输运介质, C_6Cl_6 和卤素单质可能不是金属的输运介质。

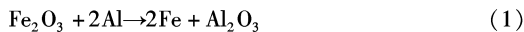
1 金属传输试验

1.1 试验设计

根据文献[4]的热力学分析和初步试验结果, 本文设计了如下试验方案: 用 Fe_2O_3 、活性铝粉和炭粉作原料, 按一定的化学配比配制燃烧介质(铝热剂), 加入 $AlCl_3$ 作输运介质, 如果 $AlCl_3$ 具有输运功能, 则能在试样表面形成涂层。该试验排除了 F_2 、 Cl_2 、 Br_2 、 I_2 等卤素单质以及 C_6Cl_6 等介质, 能够直接观察 $AlCl_3$ 的输运功能。

1.2 试验方法

试验样品是外径 $\phi 18mm$ 、内径 $\phi 8mm$ 的 45 号钢管状试样。试样经酸洗除锈后烘干待用。试验原料为活性铝粉(200 目)、炭粉(分析纯)、 Fe_2O_3 (分析纯, 200 目)以及 $AlCl_3$ (分析纯)等。原料成分按化学计量配料, 并充分混合均匀。主要反应如下:



试验装置原理如图 1 所示, 将点火器放置于用耐火材料做成的型腔底部, 将管状试样放置于型腔内, 用混合均匀的燃烧介质填充型腔, 用石棉密封后, 接通电源从型腔底部引发燃烧反应。

[收稿日期] 2006-10-17

[作者简介] 张中建(1981-), 男, 山东青岛人, 在读硕士, 主要从事材料表面强化处理研究。

试验中加入炭粉,是为了防止燃烧介质燃烧后产生塌陷,确保涂层过程中试样完整地覆盖在燃烧介质中,以便形成涂层。

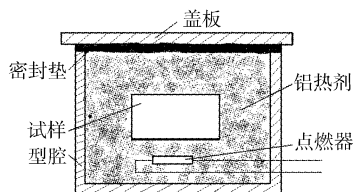


图1 气相传涂试验装置示意图

Figure 1 Device of vapor transferring coating

1.3 试验结果

多次试验表明,管状试样的内外表面都能形成较厚的涂层,且没有明显的厚度差异。图2是涂层的扫描电镜照片,可以看到:基体、涂层及它们的分界面,形成的涂层比较平整、均匀、没有气孔,涂层与基体紧密结合。图3是涂层的微区成分分析结果,铁、铝两种金属元素都被运输到零件表面而形成了涂层。这表明 AlCl_3 具有运输金属铁的功能,作为运输介质是可行的。

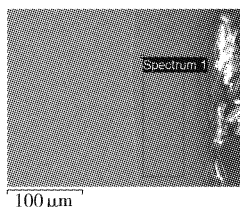


图2 涂层的SEM照片

Figure 2 Microstructure of coating

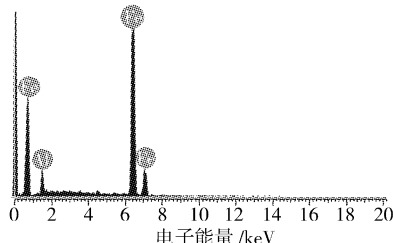


图3 涂层的微区成分分析结果

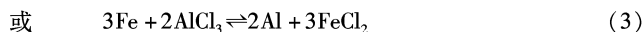
Figure 3 Composition analysis of coating

2 讨论

自蔓延燃烧气相传涂过程可以分成铝热剂燃烧、试样加热和试样冷却3个阶段。铝热剂的燃烧速度较快,有运输介质时燃烧更快。金属涂层是借助于化学运输反应形成的,化学运输是气体扩散过程,是一个慢的过程,要在铝热剂燃烧的短时间内通过气体的扩散形成较厚的金属涂层是比较困难的,因此铝热剂燃烧阶段不是涂层形成的主要阶段。

试样的加热过程是一个传热过程,这也是一个慢过程,其间能充分进行金属运输,是涂层形成的主要阶段。由于此时试样温度低于燃烧介质的温度,且涂层金属只能来源于燃烧介质,所以涂层过程中的金属是由高温处向低温处运输的(这与文献[4]的分析是一致的)。根据化学运输反应原理,只有吸热反应才具有把金属由高温处运输到低温处的功能,所以本试验中的

运输反应可能是:



这两个反应是吸热反应。这表明 AlCl_3 具有运输功能,是一种运输介质。

如果涂层主要是在冷却过程中形成的,即金属由低温处向高温处运输(因为卤素单质和 C_6Cl_6 与金属的反应是放热反应,具有把金属由低温处运输到高温处的功能),那么对于管状试样来说,由于其内壁和外壁处的温度场不同,在内外壁上形成的涂层厚度必然有显著差异,然而在本试验和以往进行的大量试验中,都没有观察到这种差异,可见即使在冷却过程中能形成涂层,其厚度也是有限的。这同时也表明卤素单质和 C_6Cl_6 不是金属的运输介质。

3 结论

综上所述,在自蔓延燃烧气相传涂过程中,涂层主要在试样的加热阶段形成,卤素单质和 C_6Cl_6 等不是金属的运输介质,它们与活泼金属反应生成的低熔点、高蒸汽压卤化物(如 AlCl_3)具有把金属由高温处运输到低温处的功能,可能是真正的运输介质。

[参考文献]

- [1] 林峰,周国荣. SHS 技术及应用研究综述[J]. 广东技术师范学院学报,2004,(4):68-71
- [2] 韩杰才,王华彬,杜善义,等. 自蔓延高温合成的理论与研究方法[J]. 材料科学与工程,1997,15(2):20-25
- [3] 杜心康,王建江,尹玉军,等. 自蔓延高温合成表面涂层技术进展[J]. 材料开发与应用,2002,17(2):34-38
- [4] 武艳君,金应荣,刘锦云,等. 自蔓延燃烧气相传涂涂层初探[J]. 四川工业学院学报,2004,23(增刊):258-260

专利名称:渗氮炉上采用可卸换环形进氮管促使气氛均匀的装置

专利申请号:200310108453.8 公开号:CN1542159

申请日:2003.11.06 公开日:2004.11.03

申请人:上海交通大学

一种渗氮炉上采用可卸换环形进氮管促使气氛均匀的装置。属于热处理技术领域。本发明包括:环形进氮管和进氮管座组件,可卸换的环形进氮管设置于井式炉炉盖直下方,呈水平平衡设置,环形进氮管下方外偏 45° 均匀开有小孔,环形进氮管上焊的进氮直管经炉盖上预留的孔口,与炉盖板上的进氮管座组件为压紧螺母式或发兰式结构连接。本发明进氮直管采用压紧螺母式或发兰式结构的方法安装,能防止炉气泄漏,而且卸换方便;采用环形进氮管和弧形进氮管,使其在炉子运行中不易变形,并能保证每次更换的进氮管延长使用寿命;渗氮炉上采用可卸换环形进氮管能促使渗氮炉内气氛均匀,从而保证渗氮工件质量的稳定和提高。