



The Preparation and Experimental Research for Inner Cladding Casting of Al-Al

Zeng Li-kui¹, Yang Ping¹, Wang Yajun²

¹College of Intelligent Manufacturing and Automobile, Chongqing Technology and Business College, Chongqing, China

²College of Material Science and Engineering, Chongqing University, Chongqing, China

Email address:

659966203@qq.com (Yang Ping)

To cite this article:

Zeng Li-kui, Yang Ping, Wang Yajun. The Preparation and Experimental Research for Inner Cladding Casting of Al-Al. *Science Discovery*. Vol. 5, No. 7, 2017, pp. 515-518. doi: 10.11648/j.sd.20170507.17

Received: November 20, 2017; **Accepted:** November 23, 2017; **Published:** December 28, 2017

Abstract: With the rapid development of science and technology, the unceasing enhancement of component integration degree, and the increasingly demanding of parts using conditions, the part that the traditional metal materials and alloy materials preparation is hard to meet the requirements of the use of some special conditions, so the new composite materials have been paid attention to by the countries all over the world. An casting method for Inner Cladding Casting was introduced. By the use of this method, the Al-Al inner cladding casting which has the transition layer in the middle was prepared, it was indicated that the casting method for inner cladding casting has the feasibility. Through the soaking experiments of three group samples which were Arc Spraying Al layer、substrate of Al and Inner Cladding Casting of Al-Al, we find out that by 140h soaking experiments for inner cladding casting of Al-Al the porosity change was little and it had shown very good corrosion resistant effect.

Keywords: Al-Al, Arc Spraying, Inner Boundary, Cladding

Al-Al内界面包覆型铸件的制备与试验研究

曾利奎¹, 杨平¹, 王亚军²

¹智能制造与汽车学院, 重庆工商职业学院, 重庆, 中国

²材料科学与工程学院, 重庆大学, 重庆, 中国

邮箱

659966203@qq.com (杨平)

摘要: 随着科学技术的飞速发展、零件集成化程度的不断提高以及零件使用条件的日渐苛刻, 传统金属材料和合金材料所制备的零件已经很难满足某些特殊工况的使用要求, 而新型复合材料的研究已受到世界各国的普遍重视。本文提出一种用于铸造内界面包覆型铸件的制造工艺, 并由此制备了拥有中间过渡层的Al-Al内界面包覆型铸件, 说明了该铸造方法的可实施性。经过电弧喷涂Al层、基体Al及Al-Al内界面包覆型铸件三组试样的NaCl溶液浸泡对比实验, 发现Al-Al内界面包覆型铸件经过140小时浸泡实验后, 气孔和间隙变化不大, 表现出很好的耐腐蚀效果。

关键词: Al-Al, 电弧喷涂, 内界面, 包覆

1. 前言

在目前进行过的科研实验里，物件的热喷涂技术大多数是对型材或铸件的外表面进行热喷涂处理以得到目标性能的外表面涂层，然而对于型芯、型腔等内界面的热喷涂处理的技术却鲜有耳闻，但内界面通常为零件间接合的地方，对型材或铸件的综合性能要求较高，比如传动轴外径与轴承内径的配合，就需要具有相互对应特性的接触材料[1-9]。该实验旨在对型材或型材之间内界面包覆进行研究，提出一种经济实用的内界面包覆型铸件的实验方法。

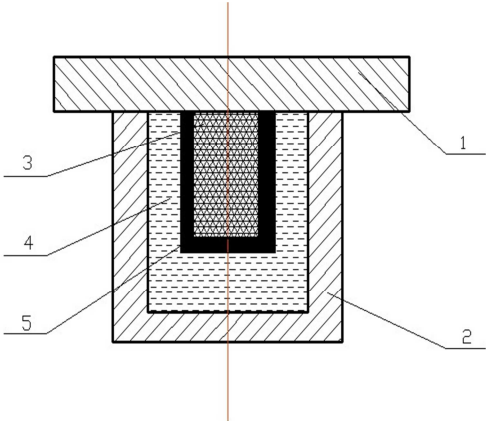
传统喷涂工艺所得到的表面喷涂层间隙比较大，通常使用表面封孔处理的方式减少涂层与腐蚀介质之间的接触面积，常见的封孔处理工艺包括渗油、涂料封闭、耐高温封闭及扩散热处理等，电弧喷涂金属涂层的封闭剂大体上可以分为不固化型(如油、脂、蜡)、固化型(如环氧类、乙烯类、聚酯类、厌氧类等双组分固化涂料)及自封闭金属(如锡、铜、铝)三大类[10-11]，封孔剂对于结构复杂的零部件封孔效果较差,且费时费力,不利于大规模生产。另外，现有封孔剂大多具有不导电性,因此在一些特殊领域，这类封孔涂层无法应用。例如电子通讯行业大多要求器件涂层具有导电、耐腐蚀、抗静电等性能。针对以上问题，本实验制得的包覆型铸件就迎刃而解，即使未进行封孔处理，也能达到理想效果。

2. 材料制备与方法

选用纯铝丝作为喷涂材料，内层金属液为ZL101，实验前需对耐火砖制备的型芯进行预热处理以减少喷涂层的内应力，预热温度为500℃-600℃，同时预热模具以降低内层金属液的凝固速率，预热温度为600℃-700℃。本实验喷涂时采用的喷涂参数如表1所示。用电阻加热炉将浇注的ZL101进行熔化，并用覆盖剂进行处理，当ZL101温度达到750℃±10℃时，倒出加热炉浇注，并将带喷涂层的型芯放入模具中，最终获得实验所需的Al-Al内界面包覆型铸件，其示意图如图1所示。

表1 喷涂工艺参数。

影响因素	送丝电压 (V)	喷涂电压 (V)
参数值	10-25V	27.9V (29档)



1.型芯支撑板；2.铸型；3.喷涂层；4.金属液；5.型芯

图1 喷涂示意图。

3. Al-Al内界面包覆型铸件浸泡实验

对10-25V的电弧喷涂Al层、表面未经处理的Al基体和Al-Al包覆型铸件分别进行5%的NaCl溶液浸泡处理，并对三种试样分别编号1、2、3。具体操作为：将三种材料均切割成20mmx10mmx20mm规格的试样，将编号为1、2、3的三个试样分别放入具有对应编号为1、2、3的三个烧杯中，然后将试样浸没在5%的NaCl溶液中，温度保持在20℃±5℃，随时观察浸泡过程中铸件表面的腐蚀情况，140小时后取出试样进行金相分析。实验中，需控制溶液体积与试样表面积的比例大于20 mL: 1 cm²以降低腐蚀产物对试验结果的影响。观察试样随时间变化的情况如表2所示。

表2 浸泡实验。

时间t/h	10-25V涂层	表面未处理基体	Al-Al包覆型铸件
0	无变化	无变化	无变化
0.5	无变化	无变化	无变化
3	无变化	无变化	无变化
6	有气泡出现，并伴随有啪啪的响声	有气泡出现	无变化
10	气泡增多，出现少许絮状白色沉淀，并伴随有啪啪的响声	气泡增多，出现少许絮状白色沉淀	无变化
13	气泡增多，出现少许絮状白色沉淀，响声变小	絮状白色沉淀增多	无变化
20	絮状白色沉淀继续增加，响声变小	絮状白色沉淀继续增多	无变化
20-140	絮状白色沉淀继续增加，响声基本消失	絮状白色沉淀增加趋势变缓	表面变暗
140-720	试样厚度减小	试样厚度减小	稍微腐蚀

4. 实验结果与分析

对浸泡后的三份试样分别进行400号砂子粗磨、1000号砂子细磨、抛光以及用浓度为5%的稀硝酸进行腐蚀，将处理后的试样放在ZEISS Axiovert 200 MAT金相显微镜

下观察，三种试样的金相组织如图2、图3和图4所示。观察图2可知，浸泡前的电弧喷涂Al层间隙和气孔较少，并散乱分布在试样表面，而经过NaCl溶液浸泡的试样间隙和气孔明显增多，且气孔变大、互相贯通，大量分布在试样表面。观察图3和图4可知，经NaCl溶液处理后，Al基体也呈现出不同程度的腐蚀现象，而用包覆型铸造方法制得的

铸件经浸泡处理后截面的间隙和气孔变化很小,甚至看不出变化。

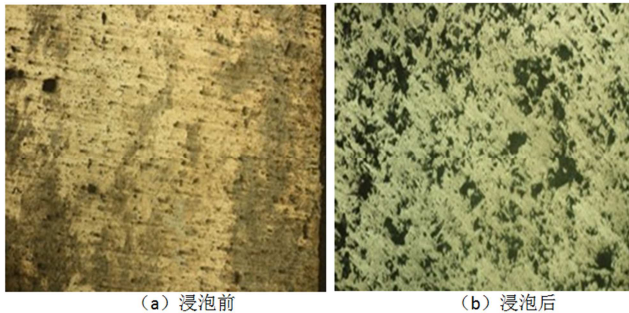


图2 10-25V涂层浸泡实验前后对比图。

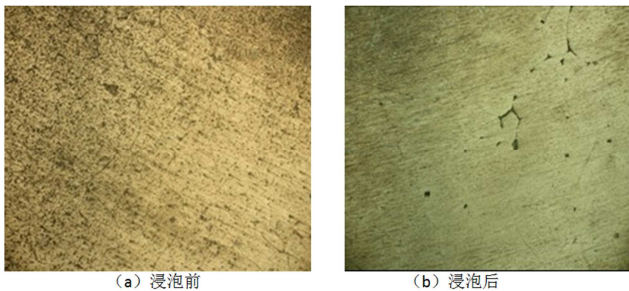


图3 基体浸泡实验前后对比图。

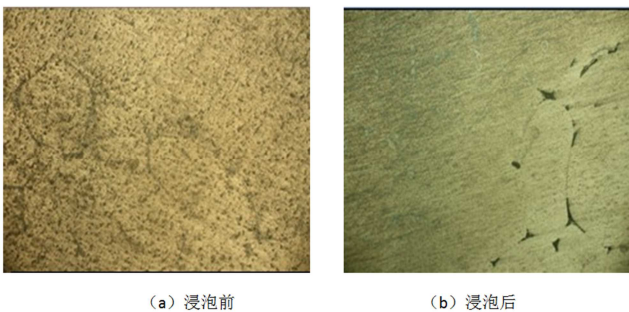


图4 Al-Al包覆铸件浸泡实验前后对比图。

从图2和图3可以看出,经由5%的NaCl溶液处理过的喷涂层和基体,喷涂外表面均出现腐蚀凹坑,呈现出显著的点蚀现象。其原因为:未经封孔处理的试样表面,负价的游离态氯离子能吸附在铝合金氧化膜上,由于氯离子半径小且能够透金属氧化膜,从而到达其内部,使氧化膜受电荷影响,感应产生出强烈的带电粒子流。产生的带电粒子使氧化膜在一定程度上维持高电流密度,并使阳离子活跃起来做无规则运动,当氧化膜与NaCl溶液之间的电场强度达到某一临界值时,便出现点蚀现象并逐步增强。而用包覆制造工艺制备的试样却没有明显的腐蚀发生,这是因为用包覆制造工艺制备的涂层包覆在型芯表面,熔融的Al合金金属液在浇入模具型腔与喷涂层接触的时候,Al合金金属液处于高温熔融状态,Al合金金属液将喷涂层熔化从而消除了部分气孔;另外,过热的Al合金金属液会渗入喷涂层的空隙中,随着金属液在空隙中的慢慢冷却与凝固,使形成的小铸件填补了大部分的空隙,其示意图如图5所示。于是当包覆铸件进行5%浓度的NaCl溶液浸泡试验时,铸件表面不仅减少了大量的空隙与气孔,而且还具有氧化

膜的保护,使氯离子不能透过表面进入基体,所以包覆铸件的表面只有轻微的腐蚀。

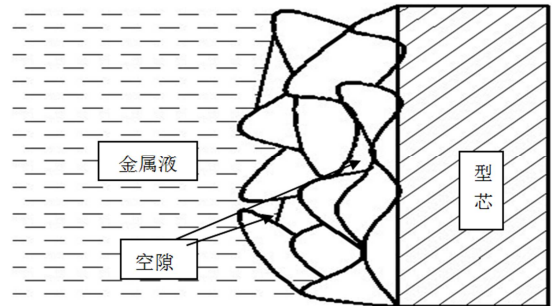


图5 包覆铸造过程示意图。

5. 结论

试验立足于型材与内界面包覆的研究,探索了一种经济、实用的内界面包覆型铸件的试验方法。利用该试验方法制备了具有中间过渡层的Al-Al内界面包覆型铸件,该铸件的成功制备,说明了该方法的可实施性。

对电弧喷涂Al层、基体Al及Al-Al内界面包覆型铸件三组试样进行了5%浓度的NaCl浸泡实验。试验结果表明,电弧喷涂Al层、基体Al经140小时NaCl浸泡后,气孔和间隙均有不同程度变大,其中电弧喷涂Al层变化幅度最大,而Al-Al内界面包覆型铸件气孔大小和数量基本没有变化,说明耐蚀性较好。

致谢

项目: 2017年重庆工商职业学院科学研究科研项目(YB2017-13)

参考文献

- [1] 刘慧芳,高瑾,李晓刚,吴俊升.高速电弧喷涂FeCrAl涂层和3Cr13涂层的冲刷腐蚀性能[J].中国腐蚀与防护学报,2008,(04):225-230。
- [2] 胡小刚.319S铝合金高固相分数半固态压铸多尺度数值模拟方法与实验研究[D].北京:北京科技大学,2016。
- [3] 华绍春,王汉功,汪刘应,张武,刘顾.热喷涂技术的研究进展[J].金属热处理,2008,(05):82-87。
- [4] 徐荣正,宋刚,刘黎明.铝合金表面电弧喷涂铝涂层工艺与性能[J].焊接学报,2008,(06):109-112。
- [5] 房元明,徐骏,高志华,张志峰.7075铝合金流变压铸数值模拟及实验研究[J].稀有金属,2016,(06):283-286。
- [6] A. Okuno, H. Kawano, J. Sun, M. Kurokawa, M. Nalkoka. Feasible Development of Soft-Switched Sit Inverter with Load-adaptive Frequency-Tracking Control Scheme for Induction Heating [J]. IEEE—Transactions on industry Applications, 1998, 35(6): 713-718.

- [7] Mario Tama, Development of channel of core Type Induction Furnaces [J], Industrial Heating, 1974(6): 43-45.
- [8] D. V. Alexandro, solidification with a Quasiequilibrium Two-phase zone [J], Acta mater, 2001, 49(4): 759-764.
- [9] Hashi M M, Otomo S, Development of High Performance Roll by continuous Pouring Process for Cladding [J]. ISIJ, 1992, 11(32): 202-203.
- [10] KISHITAKE K. Thermal sprayed Fe₂₁₀Cr₂₁₃P₂₇C amorphous coatings possessing excellent corrosion resistance [J]. Journal of Thermal Spraying Technology, 1996, 5(4):476-481.
- [11] 刘贵民, 徐滨士, 库日多夫斯基等. 电弧及高速电弧喷涂 FeCrAl 涂层的微观性能研究 [J]. 中国表面工程, 1999,44(3):11-14.
- [12] 郭睿, 何汉军, 曾大新, 杜红. 液-液复合制备灰铸铁-球墨铸铁双材料铸件的工艺研究 [J]. 铸造, 2017,(01):25-27.