

Ni-P-SiC 化学复合镀层耐磨性与显微硬度的研究

梅建庭¹, 刘华²

(1. 大连舰艇学院三系, 辽宁 大连 116018; 2. 江苏大学化学化工学院, 江苏 镇江 212001)

摘要: 介绍了一种 Ni-P-SiC 化学复合镀工艺。研究了热处理温度与时间、SiC 粒径与共析量对复合镀层显微硬度和耐磨性的影响。经 400 °C 以上热处理 1 h 后, 该复合镀层比常用铬镀层及其它 Ni-P 基化学复合镀层硬度大、耐磨性好。

关键词: Ni-P-SiC 化学复合镀层; 耐磨性; 显微硬度; 热处理

中图分类号: TG178

文献标识码: A

文章编号: 1004-227X(2004)01-0010-02

Study on abrasion performance and microhardness of electroless Ni-P-SiC composite deposits

MEI Jian-ting, LIU Hua

(1. Dep. of Three, Dalian Naval Institute, Dalian 116018, China;

2. Dep. of Chemistry and Chemical Engineering, Zhenjiang 212001, China)

Abstract: A kind of electroless Ni-P-SiC composite plating process was introduced. Effects of temperature and time of heat treatment, radius and content in coating of SiC particles on microhardness and abrasion performance of the coating were studied. After heat treatment at 400 °C for 1 h, the microhardness and abrasion performance of the coating are better than those of common Cr deposits and other electroless Ni-P based composite deposits.

Keywords: electroless Ni-P-SiC composite plating; abrasion performance; microhardness; heat treatment

1 前言

高速发展的机械、汽车及航天工业迫切需要高耐磨性的材料。为进一步提高化学镀 Ni-P 合金的耐磨性, 在 Ni-P 化学镀过程中加入硬质耐磨的 SiC 微粒。表面活性剂对 Ni-P-SiC 化学复合镀层性能也有一定的影响, 它能提高镀速和镀层性能^[1]。对化学复合镀 Ni-P-SiC 的微观结构特征也有较深入的研究^[2]。本文研究了热处理温度、时间、SiC 粒径及共析量对复合镀层的显微硬度和磨损量(W')的影响, 为合理控制镀层结构及获得高耐磨性的镀层提供依据。

2 实验方法

2.1 试验材料与复合镀工艺

采用 $D 30 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ (内孔径 D 为 16 mm) 的 45# 钢作基材, 以工业磨粒 SiC ($2.5 \sim 3.5 \mu\text{m}$) 为耐磨性微粒。

复合镀工艺如下:

NiSO ₄ ·6H ₂ O	25 g/L
NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	25g/L
络合剂	8 g/L
NCH ₃ COONa	8 g/L
氨基酸	1 g/L
有机酸	1 g/L
稳定剂	2 mg/L
θ	(87 ± 1) °C
pH 值	4.8
搅拌速度	600 r/min
SiC	8 g/L
S(镀件)/V(镀液)	2 dm ² /L

2.2 热处理工艺

对镀态试样采用温度系列和时间系列两种处理工艺, 前者为改变热处理温度、保持保温时间(1 h), 后者为改变保温时间、保持保温温度(250 °C)。

2.3 硬度及耐磨性的测定

用 HX-200 型显微硬度计在 HV 250 条件下测量镀层显微硬度。用 M-200 磨损试验机测量镀层耐磨性, 磨擦配对副为 45# 钢, 经淬火-低温回火(100 °C)处理 1 h, 测

收稿日期: 2003-10-15

作者简介: 梅建庭(1963-), 博士, 后, 大连舰艇学院三系教授。

作者联系方式: (E-mail) meijt100@sina.com.

定洛氏硬度 HRC 54。耐磨性测定条件为:负荷 196 N, 转速 200 r/min, 油杯间歇滴油, 磨损 60 min 后, 采用失重法测定磨损量。

3 结果与讨论

3.1 热处理温度和时间对复合镀层显微硬度的影响

热处理温度对复合镀层显微硬度的影响如图 1 所示。随着热处理温度的提高, 镀层显微硬度迅速提高, 在 400 °C 左右达到最大值为 HV 1 283; 随着温度的进一步提高, 镀层显微硬度反而减小。

热处理时间对复合镀层显微硬度的影响如图 2 所示。随着热处理时间的延长, 镀层显微硬度迅速增大, 当热处理时间为 24 h 时显微硬度达最大为 HV 1 238, 继续延长时间, 显微硬度反而降低。

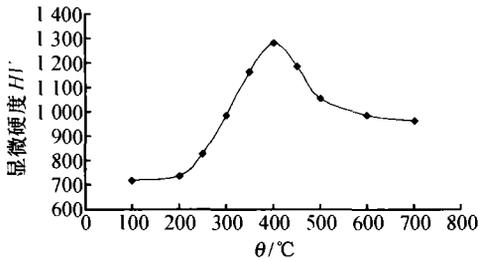


图 1 热处理温度对显微硬度的影响

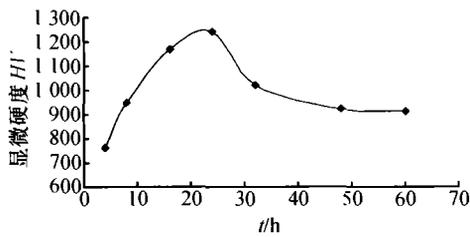


图 2 热处理时间对显微硬度的影响

3.2 热处理温度和时间对复合镀层耐磨性的影响

热处理温度对复合镀层磨损量的影响如图 3 所示。随着热处理温度的提高, 镀层的磨损量减小, 在 350 ~ 550 °C 热处理温度范围内最小, 说明镀层耐磨性最好; 随着温度的进一步提高, 镀层磨损量又逐渐增大。

热处理时间对复合镀层磨损量的影响如图 4 所示。随着时间的延长, 镀层磨损量迅速减小, 当热处理时间为 24 h 时达最低, 即此时耐磨性最好; 继续延长时间, 磨损量又逐渐增大。

3.3 SiC 粒径及共析量对复合镀层耐磨性的影响

SiC 粒径对复合镀层磨损量的影响如图 5 所示。SiC 粒径小于 2.5 μm 或大于 3.5 μm 时, 镀层的磨损量较大, 耐磨性较差。选择粒径为 2.5 ~ 3.5 μm 的 SiC 微粒, 形成的复合镀层磨损量较小, 耐磨性较好, 所以化学复合镀选

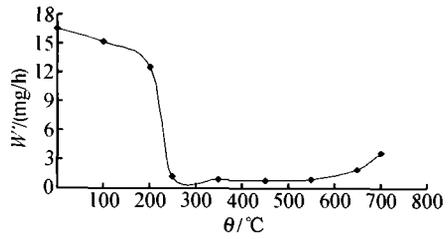


图 3 热处理温度对复合镀层磨损量的影响

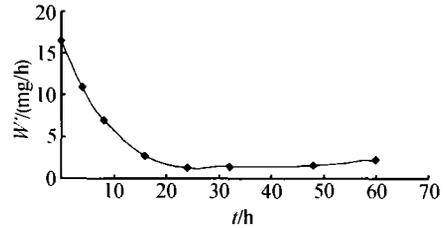


图 4 热处理时间对复合镀层磨损量的影响

择粒径为 3 μm 左右的 SiC 微粒较为合适。

SiC 共析量对复合镀层磨损量的影响如图 6 所示。复合镀层中 SiC 共析量越大, 其耐磨性越好。

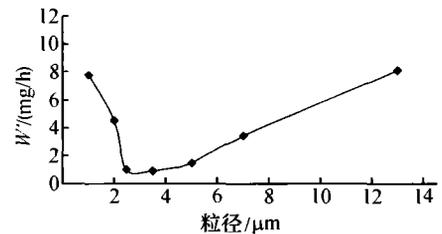


图 5 SiC 粒径对复合镀层磨损量的影响

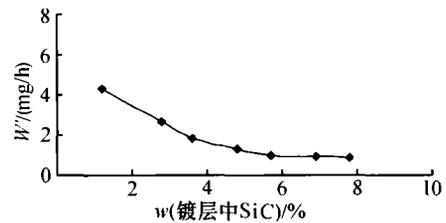


图 6 SiC 共析量对复合镀层磨损量的影响

3.4 镀层的显微硬度与耐磨性

几种镀层的显微硬度与磨损量如表 1 所示。由表可见, Ni-P-SiC 化学复合镀层经 400 °C 以上热处理 1 h 后, 其硬度与常用铬镀层及 Ni-P 基的其它复合镀层相比, 硬度更大, 磨损量更小, 即耐磨性更好。故对于一些铬镀层不能满足工程技术需要时, 可以用 Ni-P-SiC 化学复合镀层来代替。

4 结论

① Ni-P-SiC 化学复合镀层的显微硬度、磨损量都随热处理温度及时间的变化而变化, 镀层经 400 °C 以上热

(下转第 25 页)

否剥离,判断结合强度。本试验采用弯曲法、锉刀法、锤击法、热震法。

2.5.2 镀层成份

利用 TN-5502 型能谱仪对镀层进行能谱全分析,确定镀层的主要成份。

2.5.3 镀层硬度

参照国标 GB 5934-86 测试镀层显微硬度。将刷镀后的试棒切割镶嵌,进行必要的研磨,抛光后用 HX100 型显微硬度计测定。

3 试验结果及分析

3.1 基件与刷镀层结合力试验

本实验分别采用弯曲法、锉刀法、锤击法、热震法。弯曲法:将刷镀 Ni-W-P 镀层试板一端固定在台钳中,然后反复弯曲试板直至断裂,镀层未见起皮脱落。锉刀法:将已刷镀好的试板夹在台钳上,用锉刀锉其端面,使锉刀与镀层表面成 45°角,未发现剥离现象。锤击法:用手锤用力击打刷镀 Ni-W-P 试板数次,锤痕呈凹坑下陷,凹坑周边无起皮现象。热震法:将已刷镀好的试板放在 300 °C 高温中加热 30 min,取出投入室温的冷水中,检查试板未发现起皮、起泡和脱层现象。通过以上实验说明,结合力良好。

3.2 镀层成份分析

利用 TN-5502 型能谱仪对试板镀层进行全分析, w_{Ni} 87.57%, w_W 4.47%, w_P 7.42%, 其余杂质有 Fe、Co、Mo 等。

3.3 镀层硬度

钨的熔点高(3 410 °C),是最难熔的金属,硬度高、

延性强,钨在镀层中的存在,形成 Ni-W-P 非晶态三元合金,其性能更为优越,钨的参与使镀层的原子间结合力增强,热稳定性增加,镀层的孔隙率降低,致密度提高,形成一种高硬度,耐腐蚀性能良好的刷镀层^[1]。

按技术要求刷镀 Ni-W-P 镀层的试棒 3 支,然后切割为 2 份,1 份经 400 °C 1 h 硬化处理,另一份为原始状态,分别进行镶嵌,经研磨抛光后,用 HX100 型显微硬度计测定量 HV 硬度,每枚试样打多点,结果未经处理的镀层硬度为 HV 800~930,经热处理的镀层硬度为 HV 1 180~1 390。可见热处理能大大提高镀层硬度。

4 结论

①通过试验研究,完成了 Ni-W-P 三元非晶态合金电刷镀工艺研究,确定了 Ni-W-P 电刷镀溶液配方和合理的工艺参数。

②Ni-W-P 三元合金刷镀层硬度高,耐磨损、耐腐蚀性能强,镀层经 400 °C 1 h 热处理硬度更高。

③该电刷镀层可用于工、模具的修复,也可以用于增强零件的表面性能。

参考文献:

- [1] 张天顺. 非晶态镍磷合金电刷镀研究[J]. 电镀与精饰, 1996, 18(3): 32-34.
- [2] 张天顺. 电刷镀镍及镍磷非晶态合金镀层性能研究[J]. 电镀与环保, 1999, 19(1): 13-16.
- [3] 贾淑果. 电沉积 Ni-W-P 合金层的组织结构与性能[J]. 材料保护, 1999, 32(4): 10-12.
- [4] 刘淑兰. 化学镀 Ni-W-P 合金耐磨耐蚀特性的研究[J]. 电镀与精饰, 1994, 16(5): 4-7.

[编辑:谢素玲]

(上接第 11 页)

表 1 镀层的显微硬度与磨损量

镀层种类	显微硬度 HV	W'/(mg/h)
Ni-P**	908	9.5
Ni-P-SiC*	820	15.5
Ni-P-SiC**	1 284	0.93
Ni-P-W**	745	5.4
Ni-P-Al ₂ O ₃ **	1 028	0.99
硬质铬镀层	867	5.6

注: * 未经热处理, ** 经 400 °C 以上热处理 1 h。

处理 1 h 后硬度为 HV 1 280 以上,且耐磨性较好。

②SiC 微粒的粒径为 3 μm 左右时较为合适。

③复合镀层中 SiC 共析量越大,其耐磨性越好。

参考文献:

- [1] 阳范文,赵耀明,高茜斐. 表面活性剂对 Ni-P-SiC 化学复合镀层性能的影响[J]. 材料保护, 2000, 33(9): 12-13.
- [2] 徐智谋,郑家焱,易新建. 化学镀 Ni-P-SiC 镀层的微观结构特征[J]. 材料保护, 2002, 35(9): 1-3.

[编辑:彭元芳]