

文章编号 1000-5013(2000) 02-0141-03

镍-金刚石复合镀层耐磨性能研究

曹 学 功

(华侨大学化工学院, 泉州 362011)

摘要 报道镍-金刚石复合镀层耐磨性能的研究. 比较不同添加剂或组合添加剂对复合镀层耐磨性的影响; 研究不同硬质材料 SiC 和金刚石同时加入时, SiC 不同加入量对镀层耐磨性影响; 讨论金刚石不同前处理对镀层耐磨性的影响. 结果表明, 在镀液中同时添加一种阳离子表面活性剂和络合剂, 能提高镀层的耐磨性. 同时, 添加金刚石和 SiC 的镀层比仅添加金刚石的镀层耐磨性差, 且 SiC 的加入量越多镀层的耐磨性越差. 金刚石粗化和活化同时处理比仅活化处理更能够提高镀层的耐磨性.

关键词 复合镀层, 耐磨性, 添加剂, 前处理

中图分类号 TQ 153.3

文献标识码 A

由于金刚石的高硬度、高强度、低摩擦系数等特点, 加上近年来人造金刚石制造工艺的重大改进, 价格大幅度下降, 使以金刚石超硬材料制备工具发展前景十分广阔^[1]. 复合电镀法是 60 年代开始, 70 年代盛行, 是正在不断改进和完善中的新工艺. 国内外在研究复合电镀法制备金刚石工具, 存在主要的问题是在金刚石工具中金刚石颗粒受到力的作用时, 容易松动脱落, 致使使用寿命短. 本研究着重探讨不同添加剂, 金刚石不同前处理和不同硬质材料同时加入时, 对镀层耐磨性能的影响, 找出防止磨具中金刚石脱落的方法.

1 实验

1.1 镀液组成及工艺条件

$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 为 $280 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 为 $45 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, H_3BO_3 为 $40 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 金刚石微粒为 $35 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, 适量的添加剂和适量的络合剂, SiC 微粒为 $0 \sim 20 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, pH 值为 $4.0 \sim 4.5$, 电流密度 $200 \text{ A} \cdot \text{m}^{-2}$ 和温度为 45°C .

1.2 金刚石的前处理

1.2.1 活化处理 金刚石与几乎所有的金属之间都有较高的界面能, 因而难以实现有效的浸润与粘结. 所以金刚石的活化处理十分重要, 它能保证金刚石微粒在镀液中润湿并均匀地悬浮^[2,3]. 金刚石微粒用 1:1 的盐酸加热溶解去杂质, 蒸馏水冲洗到中性并烘干. 按 $35 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

收稿日期 1999-07-09 作者简介 曹学功(1962-), 男, 讲师

基金项目 福建省自然科学基金资助项目

m^{-3} 比例称量, 在加入镀液前与适量表面活性剂溶液混合, 高速搅拌, 静置后待用.

1.2.2 粗化和活化处理 将金刚石浸泡于粗化液中, 取出水洗至中性烘干. 按 $35 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 比例称量在加入镀液前与适量表面活性剂溶液混合, 高速搅拌, 静置后待用.

1.3 SiC 的活化处理

SiC 用 1:1 的盐酸加热溶解去杂质, 蒸馏水冲洗至中性烘干待用.

1.4 耐磨性测定

圆环形经热处理的 45 号钢电镀后, 热处理烘干称量为 W_1 , 磨损后烘干称量为 W_2 . 因此, 磨损量为 $(W_1 - W_2)$, 磨损试验机为 M-200, 加荷 18 kg. 高速转动一定时间, 对磨试样为热处理后的 45 号钢.

2 实验结果和讨论

在复合镀层物理机械性能的研究中, 通常认为镀层耐磨性得以提高的根本原因是超硬粒子起了防止粘着和承受磨石施加荷载的作用. 所以, 对一个指定复合镀层来说, 镀层内的微粒子含量和微粒子与金属结合好坏, 是影响复合镀层耐磨性的主要因素. 而这些因素取决于微粒共析情况. 对于复合镀中分散粒子的共析机理, 人们曾提出机械共析、电泳共析和吸附共析^[4]等机理. 研究表明, 分散粒子向阴极吸附和金属离子还原析出遵循电化学机理. 复合镀中金属离子的析出, 镀层的成长及分散粒子向阴极工作表面吸附是同时进行的. 分散粒子靠镀液的搅拌输送并经下列步骤与金属离子共析. (1) 分散粒子与阴极碰撞. (2) 粒子被吸附在阴极表面. (3) 吸附的分散粒子脱附, 一定时间后, 吸附与脱附达到动态平衡. (4) 在粒子与阴极之间发生金属离子的电沉积, 使粒子与阴极牢牢地结合在一起. (5) 在粒子与粒子之间析出金属, 粒子被覆盖在金属镀层中. 从上面分析可以看出, 微粒子表面吸附状态, 金属与微粒子之间结合的好坏, 直接影响镀层的耐磨性. 本实验从 3 个方面进行讨论, 同时对所得结果作如下分析.

2.1 添加剂对镀层耐磨性影响

添加剂对镀层的影响. 表面能低的金刚石, 润湿性很差, 添加剂可提高金刚石微粉与镀液的亲合性. 同时, 添加剂也能改变金刚石表面的吸附状态.

(1) 镀液为添加剂 A, 适量. (2) 镀液为添加剂 B, 适量. (3) 镀液为添加剂 B 和 C, 适量. (4) 镀液为添加剂 A 和络合剂, 适量. 金刚石为活化处理实验测得 (1), (2), (3) 和 (4) 镀液镀层磨损量 (mg) 分别是 3.3, 4.2, 5.9 和 3.0. 添加剂 A, B, C 分别为阳离子、阴离子和中性表面活性剂. 从实验数据可以看出, 镀液 (4) 阳离子表面活性剂和络合剂的组合的镀层耐磨性最好. 其原因是金刚石表面吸附了阳离子表面活性剂, 一方面增大金刚石表面亲水性, 另一方面带电也使金刚石与阴极表面作用加大. 因此, 它有利于金刚石共沉积. 再加上络合剂加入使结晶更细致, 对金刚石包裹也好, 使镀液 (4) 的镀层耐磨性最好.

2.2 SiC 加入对镀层耐磨性影响

不同硬质材料 SiC 与金刚石同时加入时, 随 SiC 加入量 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) 分别为 0, 5, 10, 15 和 20. 镀层磨损量 (mg) 分别为 3.0, 4.3, 4.6, 5.2 和 6.0.

从实验数据可知, 镀层随 SiC 加入量的增加耐磨性反而下降. 其原因是 SiC 比金刚石更

易吸附阳离子表面活性剂, 与阴极有更大吸引力使 SiC 共沉积量增多, 而金刚石共沉淀量减少, 使镀层耐磨性下降。

2.3 金刚石不同前处理对镀层耐磨性影响

表 1 列出对两种不同数目的金刚石, 分别进行不同处理的实验结果。由表可知, 粗化活化前处理的金刚石镀层耐磨性都优于活化前处理金刚石镀层。其原因, 是一方面粗化和活化提高金刚石亲水性, 另一方面粗化活化也提高金刚石与镀层金属之间机械卡合作用。数目小的金刚石颗粒大, 镀层中金刚石含量少, 耐磨性低。

表 1 复合镀层磨损量(mg)

金刚石的目数	活化处理	粗化活化处理
230 ~ 270	3.0	2.4
140 ~ 170	10.9	9.1

3 结束语

通过对镍-金刚石复合镀的研究, 可以得出如何提高镀层耐磨性的意见。(1) 组合添加剂能提高镀层耐磨性。(2) SiC 硬质材料加入会降低耐磨性。(3) 粗化活化处理的金刚石镀层耐磨性好。

参 考 文 献

1 刘国钦, 王重生, 彭德玉等. 镍-金刚石复合镀层性能的研究[J]. 表面技术, 1993, 22(3): 152 ~ 158
2 柳玉波. 表面处理工艺大全[M]. 北京: 中国计量出版社, 1995. 366 ~ 372
3 李鸿年. 电镀工艺手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1989. 130 ~ 162
4 王森林, 曹学功. 镍-金刚石复合电镀研究[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 1998, 19(4): 354 ~ 357

On the Abrasion Resistance of Ni-Diamond Composite Coating

Cao Xuegong

(College of Chem. Eng., Huaqiao Univ., 362011, Quanzhou)

Abstract In relation to the abrasion resistance of Ni-diamond composite coating, the author compares the effects of different additives or combined additives on the abrasion resistance of composite coating. A study is given to the effects of different hard materials SiC simultaneously with diamond and the effects of different quantities of SiC adding on the abrasion resistance of the coating. A discussion is devoted to the effects of different pretreatments of diamond on the abrasion resistance of the coating. As shown by the results, the abrasion resistance of the coating can be improved by simultaneously adding into the plating solution a cationic surfactant and a complex builder; and the coating with simultaneous addition of diamond and SiC will have a lower abrasion resistance than that of the coating with the addition of SiC only, the more the SiC addition the lower the abrasion resistance of the coating; and simultaneously treating diamond by roughing and activating will even more improve the abrasion resistance of the coating than treating diamond by activating solely.

Keywords combined coating, abrasion resistance, additive, pretreatment