

工艺参数对木材化学镀镍金属沉积速率的影响

黄金田^{1,2}, 赵广杰¹

(1. 北京林业大学材料科学与技术学院, 北京 100083; 2. 内蒙古农业大学林业工程学院, 呼和浩特 010018)

摘要: 用点滴加入镀液的方法进行了木材化学镀镍试验, 分析施镀温度、镀液 pH 值和施镀时间等对镍金属沉积速率的影响, 得出比较理想的镀镍工艺条件。

关键词: 木材; 化学镀镍; 工艺参数; 沉积速率

中图分类号: TS65 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2006)01-0015-03

Effects of Technological Parameters on Nickel Deposition Rate on Wood by Electroless Plating Method

HUANG Jin-tian^{1,2}, ZHAO Guang-jie¹

(1. College of Material Science and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018, Inner Mongolia, China)

Abstract: An experiment was conducted for applying a nickel plating on Poplar (*Populus euramericana* cv. 'I-214') veneer. It used an electroless method, adding the plating solution by dropping. The effects of technological parameters, such as plating temperature, pH value of the plating solution and plating time, on the nickel deposition rate were analyzed. The optimum parameters were determined, which provides practical references for further research on compositions of wood and metal, as well as the development of functional wood composite materials.

Key words: wood; electroless nickel plating; technological parameters; deposition rate

木材化学镀(Wood Electroless Plating)又称为木材无电解镀, 指在无外加电流的状态下, 借助合适的还原剂, 使镀液中的金属离子还原成金属, 并沉积到木材表面的一种镀覆方法。化学镀处理不仅可改善木材表面装饰性能, 还可使其具有一定的导电性和电磁屏蔽效能, 是开发电磁波屏蔽等新型功能性木材或木质复合材料的重要途径。

金属沉积速率是木材化学镀的重要参数, 与化学镀液的组成(主盐、还原剂、络合剂、稳定剂、加速剂等)和操作条件(pH 值、施镀温度、施镀时间和搅拌

形式等)有着紧密的关系^[1]。为节省镀液, 并保证试验条件的一致性, 笔者采用点滴加入镀液的方法进行了木材镀镍的试验^[2-4], 在对镀液组成已进行研究的前提下^[5], 本文主要探讨施镀工艺参数对木材化学镀镍金属沉积速率的影响, 得出比较理想的工艺参数, 为进一步研究木材与金属的复合, 以及开发功能性木质复合材料提供依据^[6-9]。

1 试验材料和方法

1.1 材料

木材 I-214 杨木(*Populus euramericana* cv. 'I-214') 气干旋切直纹理单板, 取自辽宁新民机械林场, 单板厚度为 0.6 mm, 尺寸为 150 mm×150 mm。

镀液 主成分: 主盐硫酸镍($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), 用量 50 g/L; 还原剂次亚磷酸钠($\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), 络

收稿日期: 2005-07-06; 修改稿: 2005-12-25

基金项目: 引进国际先进农业科技技术(948 计划)(2002-43); 内蒙古自然科学基金(200308020501)。

作者简介: 黄金田(1963—), 男, 内蒙古农业大学林业工程学院副教授, 博士。

合剂 DL-苹果酸 ($\text{HOCOCH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$) 和琥珀酸 ($\text{HOCOCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$), 其用量均为 60 g/L。

1.2 方法

1.2.1 单板预处理 化学镀镍前要对单板进行 4 个步骤的预处理:

1) 冷热水抽提物去除处理 选取规定尺寸的旋切杨木单板, 去除其表面的毛边和毛刺, 放入 60~80 °C 热水中煮 10 min。

2) 表面处理 用硅烷偶联剂配成的乙醇溶液对杨木单板试件进行浸渍处理, 时间 5 min, 取出试件后气干, 待其表面的溶剂挥发后放入干燥箱中, 在 $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ 温度下干燥 2 h。

3) 敏化和活化处理 试验采用胶体钯敏化和活化一步完成的方法。用氯化钯配制的水溶液作为活化处理液, 将经过表面处理的试件在胶体钯的溶液中浸渍 5 min。

4) 还原处理 将敏化和活化后的试件浸入到质量分数为 2.5% 的次亚磷酸钠溶液中进行处理 1~2 min, 对其表面的金属钯离子进行还原, 以使木材在化学镀镍时更好地吸附镍离子。

1.2.2 木材化学镀镍 共设计 3 种试验方案, 工艺条件如表 1 所示。在化学镀镍槽中加入 500 mL 镀液 (镀液为琥珀酸和苹果酸的混合溶液, 质量分数为 10%), 用质量分数为 25% 的 NaOH 溶液调整镀液的 pH 值, 并将温度加热到试验需要的温度, 然后用点滴法, 将 120 mL 镀液在规定的时间内加入到镀槽中。

表 1 施镀条件
Tab. 1 Conditions for nickel plating on wood

方案	镀液 pH 值	施镀温度/ °C	施镀时间/ min
1	6.0~9.0	75	30
2	8.0	60~90	30
3	8.0	75	15~30

1.2.3 镍金属沉积速率的测量 镍金属的沉积速率以单位时间内, 工件单位面积的金属析出量表示。采用称量法, 通过比较杨木单板试件化学镀镍前后的质量变化, 来计算试件表面镍金属的析出量。计算公式如下:

$$c = \Delta m / 2St = (m_2 - m_1) / 2St \quad (1)$$

式中: c —镍金属沉积速率; Δm —试件处理前后质量变化; m_1 —试件化学镀镍前的绝干质量; m_2 —试件化学镀镍后的绝干质量; S —单板面积; t —施镀时间; 2—代表单板两面镀镍。

2 结果与分析

2.1 施镀温度的影响

木材化学镀镍的催化反应一般只能在加热的条件下进行, 所以, 温度是木材化学镀镍处理重要的工艺参数, 对金属沉积速率有显著影响。如图 1 所示, 温度在 60~70 °C 时, 镍沉积速率很低, 增长速率缓慢; 当温度在 70 °C 以上时, 镍沉积速率加快; 温度从 70 °C 升至 80 °C 时, 镍的沉积速率增加近 1 倍; 至 90 °C 时, 镍沉积速率达到 6.86 mg/(cm²·h)。高温虽然可使金属的沉积速率加快, 但同时也易导致镀液发生自分解, 稳定性减弱, 因此, 应选择合适的温度, 并尽量保持温度恒定。在本试验条件下, 80 °C 是较合适的温度, 镍的沉积速率可达 4.72 mg/(cm²·h), 并且, 镀液具有较好的稳定性。

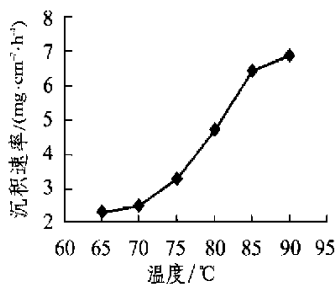


图 1 镍沉积速率与温度的关系

Fig. 1 Nickel deposition rate vs. plating temperature

2.2 镀液 pH 值的影响

根据化学镀镍的反应式^[1]:

$[\text{Ni}^{2+} + \text{mL}^{-n}] + 4\text{H}_2\text{PO}_2^- + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{催化}} \text{Ni} + \text{P} + 3\text{HPO}_3^{2-} + 4\text{H}^+ + 3/2\text{H}_2 + \text{mL}^{-n}$ 可知, 在化学镀镍过程中, 每沉积 1 mol 的金属镍, 镀液中就会产生 4 mol H⁺, 导致镀液 pH 值下降, 从而对镀层的结构和沉积速率产生影响。因此, 在化学镀镍反应过程中要不断加入稀碱, 调整镀液的 pH 值, 使催化反应朝着生成金属的方向进行。在酸性次亚磷酸钠镀液中, pH 值对金属的沉积速率影响很大, pH 值升高, 镍离子还原速度加快, 镍金属的沉积速率随之加快。如图 2 所示, 当镀液 pH 值为 6 时, 镍的沉积速率为 3.02 mg/(cm²·h); pH 达到 8.5 时, 镍沉积速率升高到 7.087 mg/(cm²·h)。但若镀液 pH 值过高, 镀液中出现碱性盐沉积, 影响沉积速率。因此, 为了不使化学镀液发生分解, 镀液的 pH 控制在 7.0~7.5 之间较为合适。

2.3 施镀时间等因素的影响

图 3 表示木材化学镀镍金属沉积速率与时间的

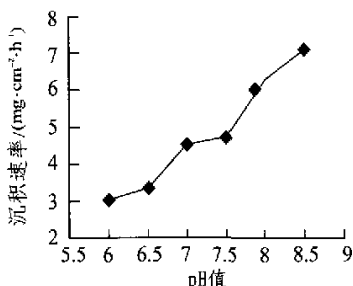


图2 镍沉积速率与镀液 pH 值的关系

Fig. 2 Nickel deposition rate vs. pH value of plating solution

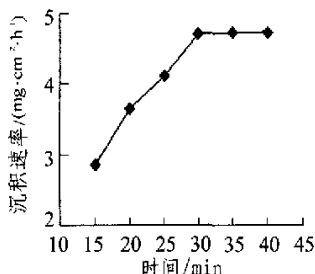


图3 镍沉积速率与施镀时间之间关系

Fig. 3 Nickel deposition rate vs. plating time

关系。在本试验条件下,随着施镀时间的延长,镍金属沉积速率增加。施镀时间在 15~30 min 时,镍沉积速率的增加比较明显,但达到一定值后,沉积速率增加变缓。这与镀浴中主盐、还原剂和络合剂的浓度都有一定的关系。

此外,木材化学镀镍时的装载量和镀液的搅拌形式等对镍沉积速率也有一定的影响。镀液装载量是指工件施镀面积与使用镀液体积之比,一般在 0.5~1.5 dm²/L。若装载量过大,工件催化表面过大,沉积反应剧烈,易生成亚磷酸镍沉淀,从而影响镀液的稳定性和镀层性能,阻碍施镀反应的顺利进行;反之,则镀液中微小的镍粒便成为自催化反应的核心,其迅速沉积,易导致镀液分解;因此,要保证施镀的顺利进行和镀层的均匀沉积,应适当控制装载量。

搅拌能加快镍离子传递到木材表面的速度,且可使反应生成的氢气迅速离开木材表面,有助于提高金属沉积速率,避免镀层表面出现气孔等缺陷。但过度搅拌,会导致镀液发生自发分解,稳定性降低。

3 结论

1) 木材在经过去除抽提物、表面处理、敏化活化等处理后,利用化学镀的方法可以成功地进行化学镀镍,并得到相应的镀层。

2) 以点滴逐渐加入化学镀液的方式对木材进行化学镀镍,在本试验条件下,以镍金属沉积速率为考核目标,得出比较理想的工艺参数为:镀液 pH 值 7.0~7.5,施镀温度 80 °C,施镀时间 20 min。

参考文献:

- [1] 姜晓霞,沈伟. 化学镀理论与实践[M]. 北京:国防工业出版社, 2000.
- [2] Chohachior, YAOMI Kumagai, KEI Urabe. Electromagnetic shielding particleboard with nickel-plated wood particles[J]. J Porous Material, 1999(6):247-254.
- [3] DOMENECH S C, LIMA J E, DRAGO V, et al. Electroless plating of nickel phosphorous on surface-modified poly(ethylene terephthalate) films [J]. Applied Surface Science, 2003(220): 238-250.
- [4] 长澤長八郎, 梅原博行. 预处理对刨花化学镀镍金属镀层析出状态的影响[J]. 木材学会誌, 1992, 38(11): 1010-1016.
- [5] 黄金田. 镀液组成对木材化学镀镍金属沉积速率的影响[J]. 内蒙古农业大学学报, 2005, 26(1): 57-62.
- [6] 木质新材料编写委员会. 木质新材料[M]. 日本:技報堂出版, 1996: 489-510.
- [7] 宋耀忠,陈浩然. 高频电磁辐射防护材料的研究[J]. 环境工程, 1995, 13(5): 33-37.
- [8] 赵福辰. 电磁屏蔽材料的发展现状[J]. 材料开发与应用, 2001, 16(5): 29-33.
- [9] 黄金田,赵广杰. 木材的化学镀研究[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(3): 88-92.

(责任编辑 向琴)

行业简讯

木工分会中南、西南地区委员会举办年会

中国林学会木工分会中南、西南地区委员会 2005 年理事年会暨学术研讨会,于 2005 年 12 月初在南宁召开,约 130 余名业内人士出席。中南林业科技大学陈洪副校长、广西林业局陈湘副局长、中南地区委员会理事长向仕龙教授、西南地区委员会主任委员张宏健教授等到会致辞,中国林产工业协会钱小瑜副会长介绍了我国木材工业发展的现状和产业政策,中南地区委员会名誉理事长郑睿贤

教授作了“资源·品质·节能·环保”的主题报告。与会代表围绕本次年会主题及中南、西南地区木材工业发展其他热点问题进行了深入交流和探讨。

与会期间,安排了参观广西高峰林场人造板集团的中纤板生产线和广西林业局的速生桉树、相思树示范林基地;组织了供需双方合作协议洽谈;林业高校代表联谊;毕业生与用人单位洽谈等活动。

本刊讯