

有机胺对 LY12Al 合金的缓蚀作用 及对腐蚀疲劳寿命的影响

王成¹ 江峰¹ 张波¹ 林海潮¹ 余刚² 丁晖²

(1. 中国科学院金属研究所 金属腐蚀与防护国家重点实验室 沈阳 110016;

2. 沈阳工业大学 沈阳 110023)

摘要 应用电化学极化曲线、扫描电镜(SEM)和腐蚀疲劳实验研究了有机胺对 Al 合金在 3.5% NaCl 介质中的缓蚀作用和对腐蚀疲劳寿命的影响。结果表明,有机胺对 Al 合金在 NaCl 溶液中具有较好的缓蚀作用,并在一定程度上抑制了 Al 合金点蚀的发生;有机胺提高了 Al 合金在 NaCl 溶液中的腐蚀疲劳寿命,异丙胺比苯胺提高的幅度大。

关键词 Al 合金 缓蚀剂 有机胺 腐蚀疲劳

中图分类号 TG174.42 **文献标识码** A **文章编号** 1002-6495(2001)05-0325-03

INFLUENCE OF ORGANIC AMINES ON CORROSION INHIBITION AND CF LIFE OF ALUMINOM ALLOY LY12

WANG Cheng¹, JIANG Feng¹, ZHANG Bo¹, LIN Haichao¹, YU Gang², DING Hui²

(1. State Key Laboratory for Corrosion and Protection,

Institute of Metal Research, The Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016;

2. Shenyang University of Technology, Shenyang 110023)

ABSTRACT The inhibition effect of organic amines on LY12 aluminum alloy in 3.5% NaCl solution was studied by experiments with electrochemical method, scanning electronic microscopy (SEM) and corrosion fatigue. The experimental results showed that the organic amines had a good inhibitive efficiency and inhibited the pitting corrosion of the alloy to some extent. The CF experiments showed that the organic amines increased the CF life of aluminum alloy in 3.5% NaCl solution. Furthermore, iso-propylamine is even better than benzylamine in increasing CF lifetime of LY12.

KEY WORDS aluminum alloy, inhibitor, organic amine, corrosion fatigue

Al 在地壳中含量极为丰富.在国民经济各个部门及日常生活中 Al 得到了广泛的应用.在通常条件下,Al 及其合金表面形成一层氧化物膜,表现出优良的耐蚀性,然而在含有侵蚀性 Cl⁻ 离子的介质中往往发生局部腐蚀如点蚀,在应力的作用下进而使材料发生腐蚀疲劳,影响材料的使用寿命.缓蚀剂对提高材料的耐腐蚀性能具有其它防腐措施所不具备的优点^[1],国内外学者对 Al 合金的腐蚀与防护进行了广泛的研究^[2~4].有机胺是黑色金属的有效的缓蚀剂^[5],而应用于 Al 合金的研究却很少^[6].应用缓蚀剂技术来提高材料的腐蚀疲劳寿命也有所报

道^[7,8].本文通过电化学极化曲线、扫描电镜(SEM)研究了有机胺对 LY12 硬 Al 合金的缓蚀作用,并应用腐蚀疲劳实验(CF)初步探讨了有机胺对 Al 合金在 3.5% NaCl 溶液中腐蚀疲劳寿命的影响.

1 实验方法

实验材料为硬 Al 合金(LY12CZ),研究电极由 400 mm × 250 mm × 2 mm 的板材切割制取,用 500# ~ 800# 耐水砂纸逐级打磨成工作面积为 10 mm × 10 mm 的工作电极,丙酮除油后用蒸馏水反复冲洗、脱脂棉擦干,然后将非工作面用石蜡和松香混合均匀后涂封,放于干燥器中待用.

电化学实验采用三电极体系,参比电极为饱和甘汞电极,辅助电极 Pt 片.极化曲线测量的扫描速度为 0.3 mV/s.测试系统为 PAR M342 电化学测试

收到初稿:2000-08-29;收到修改稿:2000-11-09

作者简介:王成,男,1971年生,硕士,实习研究员

Tel:024-23915900 E-mail:wangcheng@icpm.syb.ac.cn

系统,对测试结果进行拟合,求得腐蚀电位 E_{corr} 和腐蚀电流密度 i_{corr} 等参数,并由此计算缓蚀效率 η . 所用试剂 NaCl、苄胺(简称 BA)和异丙胺(简称 YBA)均为分析纯试剂,实验溶液用一次蒸馏水配制,所有实验均在室温下进行.

样品 SEM 表面分析采用荷兰 Philips 公司的 XL30 型扫描电子显微镜.

腐蚀疲劳实验采用 SFL-10-350 型腐蚀疲劳实验机,实验所加的载荷为 $\sigma_{\text{max}} = 180 \text{ MPa}$,应力比为 0.1,频率为 6 Hz. CF 寿命的变化用 ϵ 表示, ϵ 的值等于 Al 合金在添加了缓蚀剂的氯化钠溶液中的 CF 寿命与空白溶液中的 CF 寿命的比值.

2 结果与讨论

2.1 有机胺对 Al 合金的缓蚀作用

图 1 是 Al 合金在 3.5% NaCl 溶液和添加有机胺缓蚀剂的极化曲线.从图中可以看出,Al 合金在空白 NaCl 溶液中的阳极过程为活性溶解,点蚀电位与腐蚀电位几乎重合,表明 Al 合金对点蚀较为敏感,而添加不同有机胺缓蚀剂后,Al 合金的极化曲线向低电流密度方向移动,表明有机胺对 Al 合金具有缓蚀作用. Al 合金的腐蚀电位向负方向移动,点蚀电位与空白溶液中的比较没有较大的变化,但腐蚀电位与点蚀电位有不同程度的分离,其中以异丙胺分离的程度为大,表明有机胺有效的抑制了 Al 合金的点蚀^[9],异丙胺抑制点蚀的效果更为显著.

表 1 列出了 Al 合金极化曲线拟合结果.从表中可见,空白溶液中 Al 合金的腐蚀电流密度较大,而添加缓有机胺后 Al 合金的腐蚀电流密度有很大程度的降低,对 Al 合金具有较好的缓蚀效果,异丙胺的缓蚀作用比苄胺好.

2.2 有机胺对 Al 合金腐蚀形貌的影响

图 2 示出了 Al 合金在添加不同有机胺的 3.5% NaCl 溶液中经过 21 d 浸泡后的 SEM 图.从

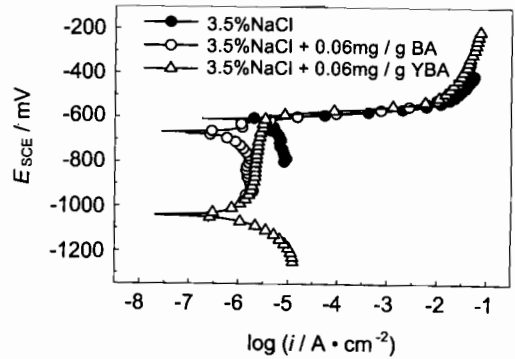


Fig. 1 Influence of organic amines on polarization curves for LY12 aluminum alloy

图中可以看出,Al 合金在 NaCl 溶液中经过 21 d 浸泡,腐蚀严重,表面出现了较为严重的点蚀(a).而经过有机胺缓蚀后,Al 合金的表面没有发生象空白溶液中的那样严重的点蚀,腐蚀程度明显减小. SEM 实验表明,有机胺在一定程度上抑制了 Al 合金点蚀的发生,这与极化曲线测试的结果是一致的.

2.3 有机胺对 Al 合金 CF 寿命的影响

图 3 是 Al 合金在空白 3.5% NaCl 溶液中及在添加了苄胺及异丙胺的 3.5% NaCl 溶液中 CF 寿命的变化.可见,添加有机胺后 Al 合金在 3.5% NaCl 溶液中的腐蚀疲劳寿命有所提高,其中添加异丙胺提高的程度大, ϵ 为空白溶液中的 4 倍多.

根据点蚀萌生理,腐蚀疲劳裂纹源往往在点蚀坑处产生^[10],由于电化学腐蚀而产生小孔而成为应力集中点,最终发展为裂纹源,减少了点蚀,就意味着裂纹源的减少,从而使材料的腐蚀疲劳寿命有所提高.电化学极化曲线测试和 SEM 实验结果表明,在 3.5% NaCl 溶液中添加苄胺及异丙胺既提高了 Al 合金的耐腐蚀的能力,又提高了 Al 合金的耐点蚀的能力,从裂纹源的产生理论这一点考虑,由于这些缓蚀剂抑制了 Al 合金的点蚀,从而减少了裂纹源的形成,最终使 Al 合金的腐蚀疲劳寿命提高.

Table 1 Electrochemical experiment results of LY12 aluminum alloy

inhibitors	$E_{\text{corr}}/\text{mV}$	$i_{\text{corr}}/\mu\text{A}/\text{cm}^2$	b_a/mV	b_c/mV	$\eta/\%$
3.5% NaCl	-608	6.849	24	101	-
3.5% NaCl + 0.06 mg/g BA	-664	0.87	40	60	87.90
3.5% NaCl + 0.06 mg/g YBA	-1055	0.58	42	30	91.53

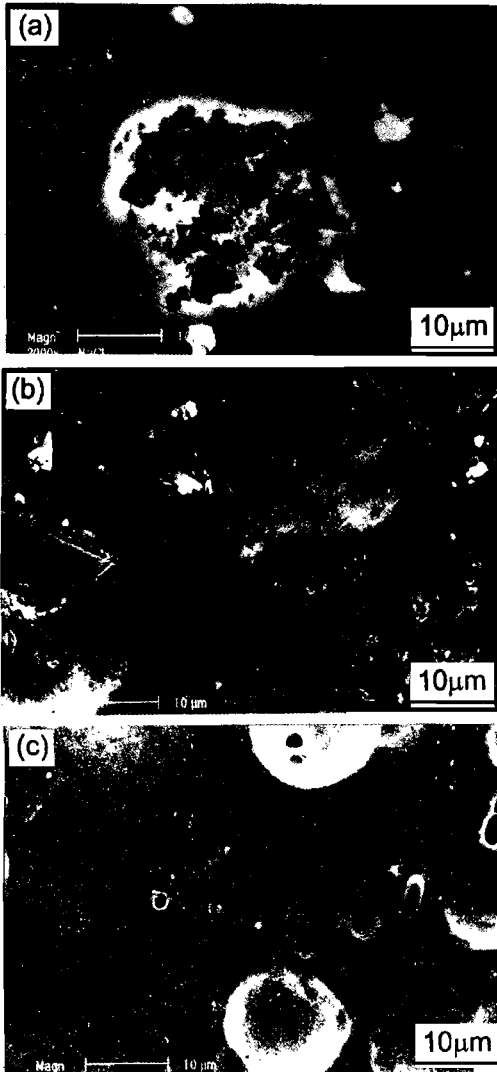


Fig. 2 SEM photographs of LY12 aluminum alloy in 3.5% NaCl solution $\times 2000$

(a) 3.5% NaCl; (b) 3.5% NaCl + 0.06 mg/g BA; (c) 3.5% NaCl + 0.06 mg/g YBA

3 结论

1. 苄胺和异丙胺对 Al 合金在 3.5% NaCl 溶液中具有较好的缓蚀作用,同时一定程度上抑制了 Al 合金的点蚀,异丙胺的缓蚀效果优于苄胺。

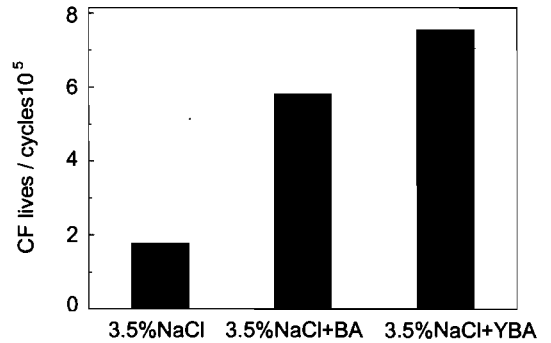


Fig. 3 Influence of organic amines on CF life for LY12 aluminum alloy

2. 苄胺和异丙胺提高了 Al 合金在 3.5% NaCl 溶液的 CF 寿命,异丙胺对 CF 寿命的提高程度比苄胺高。

3. 苄胺和异丙胺通过抑制 Al 合金的点蚀提高 Al 合金的 CF 寿命。

参考文献:

- [1] 杨文治,黄魁元,王清等. 缓蚀剂. 北京:化学工业出版社, 1989. 1
- [2] Hassan S M, Elawady Y A, Ahmed A I, et al. Corrosion science, 1979, 19(12): 951
- [3] Fouda A S, Moussa M N, Taha F I, et al. Corrosion science, 1986, 26(9): 719
- [4] 宋诗哲,唐子龙. 中国腐蚀与防护学报, 1996, 16(2): 127
- [5] 杨文治,黄魁元,王清等. 缓蚀剂. 北京:化学工业出版社, 1989. 146
- [6] Salem T M, Horvath J, Sidky P S. Corrosion science, 1978, 18(4): 363
- [7] 王成,江峰,林海潮等. 缓蚀剂对提高铝合金腐蚀疲劳寿命的研究. 中国腐蚀与防护学会主编. 北京:化学工业出版社, 1999. 197
- [8] 李劲,王政富,柯伟. 中国腐蚀与防护学报, 1994, 14(1): 37
- [9] Hinton B R W, Ryan N E, Trathen P N. Proc. 9th Int. Congress Met. Corrosion, Toronto, Canada, 1984, 4: 144
- [10] 陈鸿海. 金属腐蚀学. 北京:北京理工大学出版社, 1995. 212