

电化学法清洗金属表面附着物的试验研究

陈德淑, 廖振方

(重庆大学机械工程学院, 重庆 400044)

[摘要] 简要介绍了采用电化学法清除附着在金属表面上的附着物的试验情况, 论述了电化学法清洗附着在金属表面上的附着物的原理和方法。试验发现: 更换电极极性并突然增大电流密度能获得非常满意的效果, 从而为清除金属表面上的结垢、附生物、海藻、海生物及其它物质找到一个简便易行的好方法。

[关键词] 电化学; 清洗; 金属表层; 附着物

[中图分类号] TK172; TQ150.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1001-3660(2007)02-0016-02

Experimental Study on Cleaning Metal Surface Wolf-bane with Electrochemistry Method

CHEN De-shu, LIAO Zhen-fang

(College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

[Abstract] Principle and electrochemistry method for cleaning metal surface wolf-bane were briefly discussed. The result shows that replacing electrode polarity and increasing suddenly current density can obtain good effect. A simple and convenient method for cleaning metal surface wolf-bane such as furring, epiphyte, alga and other matter and so on has been provided.

[Key words] Electrochemistry; Cleaning; Metal surface; Wolf-bane

0 引言

某些设备金属表面上的附着物(如船壳上的海生物、管道内的垢层)对该装置的工作性能有很大的影响。关于船壳上的海生物的影响在文献[1]中已作了介绍。水管内的垢层使管道的过水截面积减小, 管道阻力增加, 换热设备的热效率降低, 浪费能源, 严重时发生腐蚀穿孔或垢层与杂物将水道堵塞而造成事故。因此, 清除金属表面上的垢层、附生物、海藻、海生物及其它物质已越来越引起企业人士的关注。目前, 为了清除金属表面上的附着物大多采用化学法、热力法或电气-机械法等。在很多时候, 电化学法则更具有高的效率和经济效益。在清洗金属的外表层时, 清洗效果主要与金属阳极(被清洗件)的腐蚀特性有关。在清洗金属内表面(如管道内表面)或船壳时, 它要剥落的附着层是整片的, 为了把附着层去掉, 不得不使用辅助的机械破碎。

1 电化学法清除金属表面垢层的原理

为了去除附着在金属表层上的附着物, 进行了实验室试验研究, 探讨在金属与附着层的界面处增大气体的释放量, 力图找到一种最简便的方法。根据电解原理, 增加气体释放量的最

简单办法是改变电流的极性(电极换向), 因为在阴极释放的氢气体积要比在阳极所释放的氧气体积大2倍以上。这种改变电极极性的清洗方法已在清洗铸件、轧钢件及其它金属的氧化物方面取得了比较好的效果^[2]。然而, 清除金属氧化皮的机理与清除附着在金属面上的非导电材料的附着层和附生物的机理是不相同的, 它们所采用的电解液成分也不同。在工程实践中, 从化学腐蚀和环境安全角度出发, 常常不允许采用盐酸、硫酸或者含有氰化物的碱化物来清洗铜热交换器上的附着物、高炉冷却管的附生物、地下管网中的结垢和船壳上的海藻与海生物。

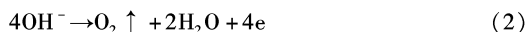
根据已有的研究和经验, 采用改变电流的极性清洗附着在金属面上的附着物时, 使用弱电解液(例如海水和氯化钠溶液)能取得比较好的效果。为此进行了如下试验: 选取2根管道, 管道内径均为200 mm, 管道内表面垢层的厚度为10~15 mm, 管内注入4%的氯化钠(NaCl)水溶液, 在管中央放置一只空心的铜电极。

试验用直流电源的主要技术参数为: 直流电压110V, 直流电流24A。

清洗时, 电极上发生的电化学反应是阴极的析氢过程和阳极的析氧过程。氢在阴极的反应式为:



在碱性溶液(NaCl)中, 阳极处氧分子的析出过程可分为2步: 氢氧根离子或水分子放电和氧原子的结合。氢氧根离子按照下述方程式进行反应:



电解过程中产生的气体, 其数量变化服从法拉第定律。即在电极上析出的物质数量与通过溶液的电流强度和通电时间成

[收稿日期] 2006-11-16

[作者简介] 陈德淑(1963-), 女, 重庆人, 讲师, 主要从事机械设计及特种加工工艺(高压水射流技术和电化学加工技术)的研究。

正比,即与通过溶液的库仑电量成正比。

$$m = \frac{QM}{nF} = \frac{It}{96500} \times \frac{M}{n} \quad (3)$$

式中: m 为电极上析出的物质质量, g ; Q 为通过的电量, C ; M 为原子或分子的摩尔质量; n 为电极反应中电子得失数; t 为电解时间, s ; I 为电解时的电流强度, A 。

当电量为 $I \cdot t$ 库仑时,电解过程中 H_2 的理论产量为:

$$m_{H_2} = \frac{1}{96500} It = 1.036 \times 10^{-5} It \quad (4)$$

电解过程中 O_2 的理论产量为:

$$m_{O_2} = \frac{1}{96500} It \times \frac{32}{4} = 8.290 \times 10^{-5} It \quad (5)$$

2 试 验

试验时,首先使管道与直流电源的正极相连接,空心铜电极则与直流电源的负极相连。电流密度 $100.0 A/m^2$,正极与负极间的距离(正、负电极间的间距)为 $0.05 \sim 0.1 m$,通电 $20 min$ 后,用肉眼观察管壁的状况,发现管壁上的附着物完好无损。然后,取其中的一根管道作为比较时的参考,另一根管道则改变它的极性(换相),并将其电流密度突然增加到 $500 A/m^2$,通电时间为 $30 s$ 。经检查,管道内壁上的结垢完全崩塌下来并被破坏,然后用低压力水(自来水)很顺利地将结垢冲走。反复试验均获得相同的效果。

试验表明:在改变极性的同时,突然提高电流密度能大大加速附着层的剥落效果。如果进一步再增加电流密度(例如 $600 \sim 700 A/m^2$),效果不仅不明显,而且还在金属表面产生损伤,在管道的某些点处腐蚀还相当严重,迫使试验结束。分析结垢产生崩塌的原因,是因为施加在负极上的电流突然提高 $4 \sim 5$ 倍时,则在金属与附着层的界面上释放的氢气的量将增大 $8 \sim 10$ 倍,大量气泡如同“雨后春笋”般从金属面上迸发出来,这一力量足以剥落和清除任何成分的附着层,使它整片的崩落下来。而若只将电流密度增加 $2 \sim 3$ 倍,所产生的气泡量也能够透过附着层

和它的微裂隙,但是却不能将附着层剥落。必须说明:这种利用氢气泡的力学作用使金属附着层脱落,只有在与金属接触的附着层具有充分的多孔性(疏松性)时才能产生,而这正是水垢、附生物、海藻、海生物等所具有的特性。试验还表明:附着层的厚度对它的脱落速度影响不大,主要影响因素是垢层的多孔性能。例如,清洗一个圆柱形锅炉时,它的底部垢层较厚,锅炉壁上垢层的厚度则只有底部的 $1/5$,然而清洗锅炉底部的垢层用了 $10 min$,清洗锅炉壁则花了 $30 min$ 。

3 结 语

根据所得的试验结果得出以下看法:

- 1) 清洗时,首先应将管道壁连接直流电源的正极,空心铜电极与负极相连,通电一段时间,电流密度不能太大。
- 2) 改变两电极的极性,使管道壁连接直流电源的负极,空心铜电极与直流电源的正极相连,将电流密度突然提高到 $500 A/m^2$ (不同的附着物应通过试验确定最佳电流密度),通电半分钟,用压力水冲走崩塌的附着物。
- 3) 采用电化学法清洗附着在金属面上的附着物要比目前常用的化学法、热力法或电气机械法更简单、更有效和更经济,有较宽的应用范围。
- 4) 本方法最适合清洗船壳(可直接用海水作电解液)、锅炉的冷却水管和制冷管道上的结垢。

[参 考 文 献]

- [1] 廖振方,陈德淑. 空化射脉冲射流清洗船壳[J]. 清洗世界, 2003, 19(12): 21-23
- [2] Бирьяхтар Ф Г, Хиженков П К. Электрохимическая очистка металлических поверхностей от биологических и химических образований, Электроная обработка материалов [J]. 1983, 129 (1): 88-89

专利名称:激光熔覆纳米陶瓷涂层抗裂的处理方法

专利申请号:200310108499. X 公开号:CN1542166

申请日:2003. 11. 07 公开日:2004. 11. 03

申请人:上海工程技术大学

一种在金属基体材料表面进行激光熔覆纳米陶瓷涂层抗裂的处理方法,其特点是该方法包括下列步骤:对金属基体材料待处理表面进行打底;再喷涂纳米造粒陶瓷材料;涂纳米吸收激光涂料;利用高功率 CO_2 激光在 Ar 气保护下扫描熔覆。利用本发明能在金属基体表面熔覆无裂纹的陶瓷涂层,具有优异的物理和化学性能。

专利名称:表面处理系统和方法

专利申请号:02816169. 7 公开号:CN1543516

申请日:2002. 12. 28 公开日:2004. 11. 03

申请人:韩国 LG 电子株式会社

一种表面处理系统,在其中,将用于一沉积反应的气体注入一沉积室中并且施加电能,以便形成在一个或多个表面处理物体上形成沉积层的沉积反应。在其中,所述的沉积室具有多个平行设置的沉积空间和一个用于将所述的表面处理物体输送到每一个沉积空间或在一沉积反应后将所述的表面处理物体从每一个沉积空间输送来的传输单元。

热烈祝贺第二届重庆涂料涂装学术大会暨行业年会召开

时间:2007年5月16日 地点:重庆建设宾馆 联系人:龙中俊 023-68792121、13983074591