

doi: 10.3969/j.issn.1001-3849.2013.11.006

磷化工艺的改进

李维冰, 周永忠, 孙丽萍, 迟广秀, 杜平

(山西新华化工有限责任公司, 山西太原 030008)

摘要: 某产品为钢铁金属外壳, 表面处理原为中高温脱脂、中温磷化后再涂装, 以满足外观要求。本着节能降耗的目标, 对原脱脂、磷化工艺进行改进, 通过实验和配方筛选, 改为常温脱脂、常温磷化。对磷化膜的外观、质量、耐蚀性及涂膜附着力、柔韧性及抗冲击韧度进行了检查和测试, 经批量生产验证, 产品质量合格。实践证明, 采用常温脱脂、常温磷化工艺可大幅度降低能源消耗, 并满足精益化生产和环境保护的要求。

关键词: 常温脱脂; 常温磷化; 附着力; 柔韧性; 耐蚀性; 精益化生产

中图分类号: TG174.451

文献标识码: B

Improvement of Phosphating Process

LI Wei-bing, ZHOU Yong-zhong, SUN Li-ping, CHI Guang-xiu, DU Ping

(Shanxi Xinhua Chemical Co., LTD, Taiyuan 030008, China)

Abstract: The product is steel metal shell, the original surface treatment processes were middle-high temperature degreasing and phosphating first and then painting. For sake of energy saving and consumption reducing, the original degreasing and phosphating processes were improved from middle-high temperature into room temperature through experiments and formulation selection. Appearance, quality, corrosion resistance, adhesion, flexibility and impact toughness of the phosphated coating were tested and inspected and product's quality was qualified through mass production validation. Practice had proved that adopting the room temperature degreasing and phosphating processes could significantly reducing the energy consumption and meet the requirements of lean production and environmental protection.

Keywords: room temperature degreasing; room temperature phosphating; adhesion; flexibility; corrosion resistance; lean production

引言

目前, 国内金属件涂装前处理大多采用中高温脱脂、中温磷化的工艺, 常温脱脂磷化还不多见。寻求新的金属表面活性剂、助洗剂、磷化剂进行常温脱脂、常温磷化, 替代中高温脱脂和中温磷化工艺, 可以节约能源, 达到精益生产和环境保护的要求, 是目前国内金属表面处理领域所追求的^[1-2]。

1 常温脱脂与磷化的可能性

对于基体表面涂有动植物油的金属零件, 要通过皂化和乳化作用除去油污, 一般采用碱性脱脂液效果较好。提高碱性脱脂液的温度会使脱脂效果更好, 但温度增高会使能耗增大, 同时也给环保带来不良影响。

某公司生产的金属件是由冷轧钢板冲压或焊

收稿日期: 2013-05-31

修回日期: 2013-06-28

接成型。冷轧钢板一般涂有矿物油,且油层薄,脱除矿物油主要依靠助洗剂和表面活性剂的乳化、润湿和分散作用,加温对提高助洗剂和表面活性剂乳化、润湿和分散的作用不大。同时资料显示^[3]选用绿色环保的新型表面活性剂(APG)制成的 OP 等一类的清洗剂对土壤危害小,可实现生物降解,目前已被广泛采用。因此针对需脱脂的零部件,选用常温清洗剂实现常温脱脂,从工艺上和环保方面考虑是可行的。

近年来,节约能源越来越受到企业的重视,各专业科研生产单位推出了不少常温磷化液,但质量存在一定差别。常温磷化,其磷化成膜的动力主要依赖于配方中的促进剂成分,促进剂是加快成膜速度的关键物质。据最新资料报道^[4],常用促进剂为亚硝酸钠,加入微量间硝基苯磺酸钠后使工艺范围变宽,磷化液稳定性更好。促进剂在磷化液中是微量的,一般加入 0.8~3.0 mL/L,因此采用常温磷化工艺后,促进剂的成分改变不会给环保带来新的压力,间硝基苯磺酸钠与亚硝酸钠同样可用现有的废水处理设施处理。目前国内市场常温磷化液种类较多,有些常温磷化液(尤其是锌系磷化液)的成膜质量完全可以达到中高温磷化膜质量。

2 工艺实验

2.1 配方选择及实验目的

针对冷轧钢板的油污特点,选择了较有代表性的三家专业厂生产的常温磷化液和配套的表调剂、脱脂剂各配成 2L 工作液进行工艺实验。

实验采用公司生产的零件和 150 mm × 50 mm × 0.35 mm 的冷轧板试片。

实验目的是对三家生产的磷化液进行对比和评价。

- 1) 评价脱脂液在常温下的脱脂情况;
- 2) 评价磷化液在常温下磷化零件和试片的质量情况;
- 3) 考核 2L 工作液的老化情况;
- 4) 考察磷化后的零部件涂漆后的质量情况。

2.2 工艺过程及工艺条件

由于冷轧钢板表面无锈,不需要除锈工序,其脱脂、磷化工艺过程如下:脱脂(常温 10 min) → 水洗 → 水洗 → 表调(常温 1 min) → 磷化(常温 10 min) → 水洗 → 水洗 → 烘干。

2.3 实验情况

实验情况见表 1。

表 1 常温脱脂、磷化试件的表面状况

工作液	脱脂工序				磷化工序			
	实验/次	θ (脱脂)/°C	A (脱脂)/dm ²	脱脂情况	实验/次	θ (磷化)/°C	A (磷化)/dm ²	表面状态
A	25	20~22	144.8	零件表面 水膜连续,油污除净	21	20~22	127.4	磷化膜偏薄
B	27	19~22	146.63	零件表面 水膜连续,油污除净	27	19~22	146.63	磷化膜完整均匀
C	24	20~22	141.2	零件表面 水膜连续,油污除净	24	20~22	141.2	磷化膜完整,处理超过 70 dm ² 时,零件表面有沉渣

从表 1 可以看出,1) 三家专业厂生产的脱脂剂常温脱脂效果均较好,并且当磷化液老化(老化指的是总酸、游离酸不在工艺范围需要补加新磷化液)时,脱脂液仍可使用;2) 三家专业厂生产的磷化

液 2L 工作液所磷化的面积相差不大;3) 磷化膜外观,工作液 A 磷化膜偏薄;工作液 C 磷化膜完整,但处理 70 dm²时,零件表面有沉渣,且沉渣不易清洗;工作液 B 磷化膜完整均匀。

3 磷化膜检测及对漆膜性能的影响

3.1 磷化膜检测

按照 GB/T 6807-2001《钢铁工件涂装前磷化处理技术条件》要求,对磷化膜外观、磷化膜面质量、磷化膜耐蚀性和涂膜耐蚀性进行检测。

1) 磷化膜外观。磷化膜外观合格。

2) 磷化膜面质量。产品磷化膜是用作涂装底层的锌系轻量级磷化膜,应符合 GB/T 6807-2001 表 1 磷化膜分类中“轻量级” $1.1 \sim 4.5 \text{ g/m}^2$ 的规定。

对三家专业厂提供的磷化液进行磷化,磷化膜按照 GB/T 9792-2003《金属材料上的转化膜 单位面积上膜层质量的测定 重量法》进行测定,结果见表 2。

表 2 磷化膜面质量

工作液	$\rho(\text{磷化膜}) / (\text{g} \cdot \text{m}^{-2})$
A	1.26
B	3.97
C	3.84

由表 2 对磷化膜测试结果看,三家专业厂生产的磷化液制备的磷化膜均符合 GB/T 6807-2001 的要求,其中 A 厂家产品制备的磷化膜较轻。

3) 磷化膜耐蚀性。按照 GB/T 6807-2001 的规定,将磷化试片浸入 3% 氯化钠溶液中,在 $15 \sim 25^\circ\text{C}$ 下浸泡 1 h,取出洗净、吹干,目视检查磷化表面状况。检测结果见表 3。

表 3 磷化膜耐蚀性

工作液	磷化膜表面状况
A	有锈蚀
B	无锈蚀
C	无锈蚀

由表 3 可以看出,工作液 B 耐蚀性最好。

3.2 涂膜检测

将磷化后的试片涂以 C06-1 铁红醇酸底漆 δ 为 $10 \sim 18 \mu\text{m}$,烘干后再涂 C04-64 灰色醇酸半光漆,总涂膜 δ 为 $40 \sim 50 \mu\text{m}$ 。然后进行涂膜性能检测。

1) 涂膜耐蚀性。按照 GB/T 6807-2001 的规定,试片涂膜经 24 h 中性盐雾试验后,涂膜应无起泡、脱落及锈蚀现象。

选择公司生产的零件,按照 GJB 150.11A-2009《军用装备实验室环境试验方法》第 11 部分:盐雾试验的规定,对采用工作液 B 磷化的零件进行了盐雾试验 48 h,结果合格。

2) 漆膜的附着力及冲击韧性。除按照 GB/T 6807-2001《钢铁工件涂装前磷化处理技术条件》要求,对磷化膜外观、磷化膜面质量、磷化膜耐蚀性、涂膜耐蚀性进行检测外,还按 GB 1720-79《漆膜附着力测定法》和 GB/T 1732-93《漆膜耐冲击测定法》对工作液 A、B 和 C 制备的磷化膜表面涂覆的漆膜进行了附着力及冲击韧性检测,结果附着力均为 1 级(在 50 cm 高度,1000 g 质量冲击无裂纹)。

4 试生产

由于实验取得了较为满意的结果,开始批量试生产。试生产过程中除产品外还附带了试片,并对磷化后的试片进行了磷化膜外观、磷化膜耐蚀性以及漆膜的附着力、冲击韧性及弯曲性能试验,结果全部满足要求。

5 结 论

通过实验和检测,工作液 B 的生产单位的脱脂、磷化配方可以满足我公司磷化工艺及质量要求。说明采用常温脱脂、磷化工艺生产的产品质量可以满足要求。目前生产上已经采用常温脱脂、磷化工艺,并对生产成本进行了核算。材料成本基本没有变化,但能源消耗大为降低,磷化工艺改进前后节约电能消耗见表 4。

表 4 与原磷化工艺电能消耗对比

工 序	$\theta_{\text{原工艺}} / ^\circ\text{C}$	原工艺 用电/kW	$\theta_{\text{新工艺}} / ^\circ\text{C}$	新工艺 用电/kW
脱脂	70 ~ 80	132	室温	0
热水洗	80 ~ 90	156	室温	0
磷化	40 ~ 55	78	室温	0
热水烫洗	80 ~ 90	156	80 ~ 90	156

注:按目前产量计算,仅电能一项,每年可节约资金 41 万元。

参考文献

- [1] 叶杨祥,潘肇基.涂装技术实用手册[M].北京:机械工业出版社,1999:161-168.
- [2] 伍泽涌,卢鸿琰,肖泽星.新型涂装前处理应用手册[M].四川:四川科学技术出版社,1998:18-25.
- [3] 孙瑞华.新型表面活性剂绿色环保[EB/OL].中国化工报 (2010-10-21) [2013-05-31]. <http://www.ccin.com.cn/ccin/news/2010/10/21/148054.shtml>
- [4] 谭旭翔,王凤平.新型高效铁系常温磷化液的研制[J].现代涂料与涂装,2010,13(5):49-53.