

· 污染治理 ·

镀镍废水膜法浓缩回用工艺

Membrane Process for Concentrating and Reusing Nickel Plating Effluent

陈 锋¹, 李松鹏¹, 张维新², 黄张丽³, 戴 泳³

(1. 瑞安市瑞阳环保科学研究院有限公司, 浙江 瑞安 325200; 2. 瑞标集团有限公司, 浙江 瑞安 325200;

3. 东莞市维新环保科技工程有限公司, 广东 东莞 523942)

CHEN Feng¹, LI Song-peng¹, ZHANG Wei-xin², HUANG Zhang-li², DAI Yong³

(1. Ruiyang Environ. Sci. Inst. Co., Ltd., Ruian 325200, China; 2. Ruibiao Group Co., Ltd.,

Ruian 325200, China; 3. Weixin Environmental Protection Technology Co., Ltd., Dongguan 523942, China)

摘要: 研究了采用膜分离技术一次性连续浓缩回用镀镍漂洗水的可行性。结果表明:使用 BW 反渗透膜可以获得 79.5% 的淡水,透盐率为 2.75%;所产浓水再次加压后利用 SW 反渗透膜继续浓缩约 8.3 倍。整个系统能耗率为 0.9~1.1 kW·h/m³,系统将镀镍漂洗水浓缩 40 倍后,镍的质量浓度达 12~16 g/L,透过液和浓水经处理后回用。

关键词: 反渗透;电镀漂洗水;镍回收;浓缩

Abstract: The feasibility of continuously concentrating and recycling nickel plating rinse water by membrane separation technique in one process has been demonstrated in experiments. The results show that by using BW RO membrane (BWRO), the freshwater recovery rate and ion pass rate is 79.5% and 2.75% respectively. On this basis, the concentrated rinse water thus obtained was further concentrated about 8.3 times by SW RO membrane. The energy consumption of the whole system is about 0.9~1.1 kW·h/m³. The mass concentration of nickel ions can be up to 12~16 g/L when nickel plating rinse water is concentrated about 40 times, and the permeation and concentrated water can be reused after treatment.

Key words: reverse osmosis; electroplating rinse water; nickel recovery; concentration

中图分类号:X79

文献标识码:A

文章编号:1000-4742(2007)05-0036-03

0 前言

反渗透技术现在已从最初的海水、苦咸水脱盐及各种纯水制造领域向废水处理、回用的环保领域发展^[1-2]。膜法处理镀镍废水是利用反渗透膜在一定压力下将镀镍漂洗水浓缩一定的倍数,再返回到镍镀槽中使用。

瑞标集团有限公司是国内生产汽车、摩托车等动力机械标准件、非标准紧固件产品的主要厂家。该公司拥有镀槽容量为 10.8 万 L 的全自动电镀生产线,其中镀镍废水为 9 000 t/a。公司现使用复合反渗透膜法回收镀镍废水,预计每年可节约使用 1.8 t 镍,经济效益和社会效益显著。该工艺克服了目前多级反渗透镍回收工艺连续性差、结构复杂、投资和能耗高等问题,有利于工艺的推广应用。

1 实验设备与工艺流程

1.1 实验设备

膜元件使用美国 BOW 膜元件(12 支 4 in BW30-4040,6 支 4 in SW30-4040),高压泵 2 台(扬程分

别为 178 m 和 800 m),增压泵一台。

1.2 原水水质

经测定,电镀镍漂洗废水水质:pH 值 5.5~6.0,SO₄²⁻ 220 mg/L,Ni²⁺ 300~400 mg/L,Cl⁻ 60 mg/L,温度 5~25 ℃。

1.3 复合反渗透工艺流程

复合反渗透工艺流程,如图 1 所示。

该工艺分三段:第一段和第二段将原水浓缩约 5 倍,产生的纯水(回收率约 80%)可回用。第三段经加压后将第一、第二段浓水再次浓缩约 10 倍,浓缩液回流至电镀槽;同时第三段产生的淡水因含盐量较高,回流至工艺前段。三段系统同时运行,一次性连续浓缩镀镍废水。当废水处理量较大时,于末段加装能量回收装置,可以大大节约能耗。本次实验因流量不大,暂不采用该装置。

该工艺第一段和第二段以制备纯水为主要目的。使用低压 BW 反渗透膜元件(1.5 MPa),严格限制产水含盐量低于 20 mg/L。第三段加压至 6.5 MPa 后,使用 SW 反渗透膜元件以高倍浓缩(10 倍左右)为主要目的,不考虑产水水质。

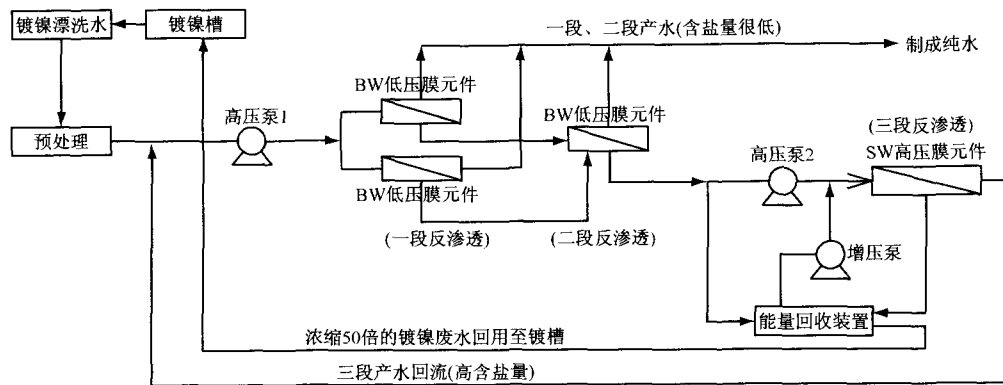


图1 复合反渗透工艺流程图

2 结果与讨论

2.1 第一段和第二段反渗透运行结果

第一段和第二段膜堆的排列方式依据6支段饱和和结构,主要目的是保证产水含盐量低于20 mg/L的前提下获得极限回收率。根据设计要求,第一段和二段产水回收率达到80%,同时考虑使用膜元件数量最少。表1为多支BW膜元件分段系统运行数据, Ni^{2+} 的质量浓度为300 mg/L,温度为15℃。

表1 多支BW膜元件系统运行参数

BW膜元件数量	膜排列方式(膜数/串数)	Ni^{2+} 透率/(%)	浓差极化极限回收率/(%)	能耗率/($\text{kW}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3}$)
18	6/2 + 6/1	3.16	84.7	0.43
16	5/2 + 6/1	3.11	83.6	0.43
14	4/2 + 6/1	2.91	80.6	0.43
12	3/2 + 6/1	2.75	79.5	0.45
10	2/2 + 6/1	2.55	73.4	0.47
8	1/2 + 6/1	2.40	68.3	0.50
6	0/2 + 6/1	2.14	60.2	0.56

表1表明:12支BW膜元件能够获得的极限产水回收率为79.5%,此时透盐率为2.75%,产水流量为4.1 m^3/h ,达到设计要求。12支以上的BW膜元件可以获得的极限回收率更大,单位产水量所需要的能耗也有所降低,但系统的透盐率会随着增加。因此,采用12支BW膜元件的分段并串联结构。

虽然膜元件数量增加可以提高极限回收率,但透盐率也由于第一段和二段工艺以回收纯水为主要目的。因此,适当减少膜元件数量,不仅可以提高产水水质,而且降低了设备成本,缩短和简化了工艺

流程。由于系统流程缩短,第一、第二段工艺对于工作压力和给水流量变化的响应更加敏感,使系统容易调节以获得最佳运行效果。

2.2 第三段高压反渗透运行结果

第三段高压反渗透工艺完全以浓缩为主要目的,不考虑产水水质,并且反渗透产水完全回流至工艺前段。由于第三段所要处理的含镍废水流量约1 m^3/h ,浓缩10倍后产水流量接近1 m^3/h ,SW30-4040规格膜元件的有效膜面积7.9 m^2 ,膜平均通量取30 $\text{L}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,经计算至少需要4支膜元件。为了获得高倍浓缩水,选择6支膜元件的串联结构来延长第三段的处理流程,并适当提高工作压力,以获得10倍左右的浓缩效率。

运行结果表明:第三段系统的工作压力逐渐提高后,系统透盐率明显增加(见图2)。当压力为7 MPa时,连续运行1月后膜恢复最初性能所需要的清洗时间为20 min(见图3);系统的平均能耗为3.6 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ (见图4);回收率为91%(见图5),达到浓缩10倍的要求。当第三段工作压力降为6.5 MPa后,SW膜恢复最初性能所需要的清洗时间仅为13 min,能耗为2.3 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$,回收率为88%,浓缩倍数为8.3。综上所述,当压力低于6.5 MPa时,第三段系统回收率过低,不能满足设计要求;当压力高于7.0 MPa时,能耗率过大,SW膜的恢复性能下降,必将影响其使用寿命。

从经济观点出发,过低的膜通量将使膜系统的设备利用率降低,使膜系统的设备规模增大,使系统的投资成本增高。从技术观点出发,过高的膜通量将加重膜污染,加速膜性能的衰减,增加膜清洗与更换的运行成本^[3]。为了增加膜通量以获得最大浓缩效率(此时不考虑产水水质),同时兼顾膜的使用寿命,我们最终选定第三段压力为6.5 MPa,此时回收率为88%。

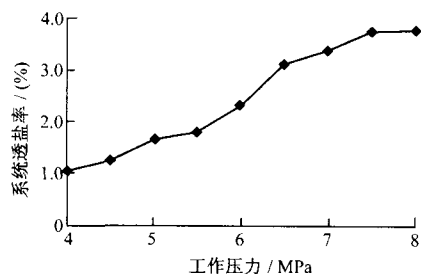


图2 不同工作压力下系统透盐率

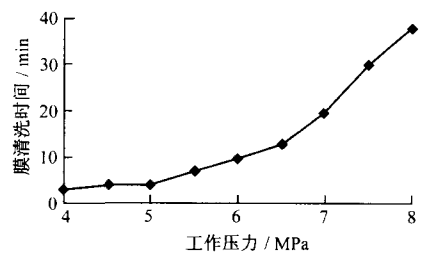


图3 不同工作压力下膜恢复性能所需清洗时间

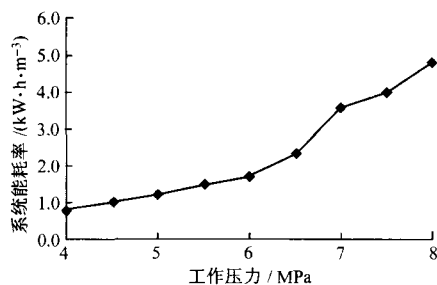


图4 不同工作压力下系统能耗率

3 结论

(1) 该套复合反渗透工艺分三段,配合段间加

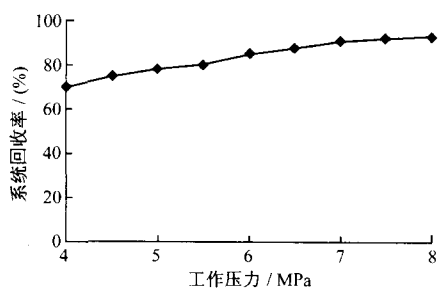


图5 不同工作压力下系统回收率的变化

压实现了镀镍废水的一次性连续浓缩,浓缩液和纯水可以再利用。

(2) 该工艺前后段分别使用 BW 和 SW 两种反渗透膜,前段(第一段、第二段)主要考虑纯水回收;后段(第三段)主要考虑高倍浓缩而不计较产水水质。整个工艺较目前多级反渗透工艺连续性更高,并适当减少了膜元件数量,提高了膜利用率,降低了投资和维持成本,有利于工艺的推广应用。

(3) 系统前段进水量为 $5 \text{ m}^3/\text{h}$,能耗率为 $0.45 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$;后段水量 $1 \text{ m}^3/\text{h}$,能耗率 $2.3 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$ 。整个系统能耗率最低为 $0.91 \text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$,大大节省能源。

参考文献:

- [1] 刘茉娥.膜分离技术应用手册[M].北京:化学工业出版社,2001.
- [2] 姜忠英,夏明芳.反渗透在水污染控制中的应用[J].污染防治技术,2003,16(1):21-23.
- [3] 朱长乐.膜科学技术[M].2版.北京:高等教育出版社,2004.

收稿日期:2007-03-18

上海耀安防腐科技有限公司

LH-25 钢铁管件浸铜添加粉(省镍工艺,降低成本,保护镀液)
 LH-20 铝合金浸锌浓缩液(一次浸锌镀层可耐 $200 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上)
 LY-1 破乳絮凝剂(适用于电镀前处理乳化液废水的处理)
 LY-3 高分子复合絮凝剂(适用于金属配合物废水的处理)
 LH-1、2、7 中常温去油王(可分别去除钢铁、铜、锌铝件油污)
 LH-4A 中常温去油去锈一步法添加剂(适用镀锌、管件)
 LH-Zn 锌合金化学抛光、彩色钝化、白色钝化添加剂

铜合金及铝合金无硝化抛白剂

电镀车间设计、制造,提供技术指导,课题攻关

低价代销国内品牌开关电镀电源、高精度镀液过滤机、离子交换和反渗透装置、特价钛篮、玻璃电热管,电镀与环保测试仪器仪表

代销 新加坡锶密化工电镀添加剂

- (1) 高整平高延展高光亮镀镍光剂;
- (2) 铜基锡剥离剂;
- (3) 脱水剂(可消除水痕、指印);
- (4) 高磷化学镀镍工艺;
- (5) 镀锌钝化封闭剂;
- (6) Cr^{3+} 钝化液;
- (7) 铝合金硫酸氧化硬膜剂 729;
- (8) 不锈钢挂具 $\text{Cu}/\text{Ni}/\text{Cr}$ 电解一次剥离剂;
- (9) 85# 水溶性清漆;
- (10) 铝合金冷封盐

地址:上海市涞亭南路 888 弄 129 号

邮编:201615 联系人:罗耀宗

Tel/Fax: 021-67620787 13817104276

E-mail: lyz_yxf@hotmail.com