

含镍工业废水的沉淀改进方法

叶万川 刘田杰 冯汉翔
东莞市慧丰环保科技有限公司
DOI:10.32629/eep.v2i6.290

[摘要] 针对目前利用化学沉淀法处理的含 Ni^{2+} 的工业废水成本高、处理效果差的问题,本文通过实验进行尝试,向工业废水中加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和铜试剂进行分步处理来互相补充各自的不足,在处理过程中实现了高效地去除工业废水中不好处理的络合镍,有效降低了工业废水中 Ni^{2+} 的浓度和 Ni 元素,为处理含镍工业废水提供了高效便捷的方法。

[关键词] 镍离子; 工业废水; 氢氧化钙; 铜试剂

前言

随着工业发展,金属镍已经成为工业生产中的一种常见金属,其领域主要含有电子产业、航空航天、机械制造、轻工业等方面。在工业生产中会存在镍离子泄露或者跟随工业废水排出,其中大部分的企业都没有把污水经过物理或者化学等方法处理,导致重金属镍在排出的废水中跟随水流流到各个地方,并经过长期的时间积累,将会在生物体内富集造成健康损害。现在环保行业处理含 Ni^{2+} 工业废水的几种常见化学方法有:化学沉淀法、电解还原法、催化还原法、化学还原法和离子交换法等^[1]。其中,化学沉淀法在现在的处理情况下,一般的方法都是加入碱或者碱性盐,产生 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 沉淀下来,耗费的成本低,但在处理沉淀的含 Ni^{2+} 络合物中沉淀不完全,同时吸附剂的价格不菲、吸收量不大。本文通过研究 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和一些铜试剂的结合,使得在处理含镍络合物的工业废水效果更好,为处理含 Ni^{2+} 的工业废水提供了高效便捷的方法。

1 实验

1.1 实验背景

在工业废水中常含有如柠檬酸盐等特性很强的络合剂,使得加入碱或者碱性盐不能够完全使得 Ni^{2+} 与碱发生化学反应使其沉淀下来,废水中仍然还有较多的镍元素。前几年以来,利用沉淀法去除工业废水中络合镍化合物的研究越来越多,例如利用 Na_2CO_3 作为沉淀试剂去除含重金属镍的工业废水^[2],通过调节 pH 值和温度高低来破坏工业废水中络合镍化合物^[3]。为了改进常规的方法,本文以含镍离子的工业废水来研究,加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和一些铜试剂,使得 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的 Ca^{2+} 与柠檬酸根离子等络合试剂发生化学反应,使得络合试剂中的 Ni^{2+} 被置换出来。因此, Ni^{2+} 与 OH^- 发生化学反应产生 $\text{Ni}(\text{OH})_2$, 静置后会沉淀在水底,使得废水中的镍元素基本被去除。然后再用铜试剂^[4] 与 Ni^{2+} 的结合性进一步去除工业废水中剩下的镍元素。

1.2 实验过程

本文通过搭建一个实验平台进行含镍离子的工业废水处理实验,其主要的流程如图1所示。首先,往大烧杯里面缓缓注入含 Ni^{2+} 的工业废水,体积约为烧杯容积的三分之二,然后利用镊子或者纸条往大烧杯中加入白色粉末状固体

$\text{Ca}(\text{OH})_2$, 用玻璃棒搅拌均匀,使得工业废水中的酸碱度 pH 约为 12。此时,粉末状固体的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 进入水中形成 Ca^{2+} 和 OH^- , Ca^{2+} 进一步与工业废水中的络合剂形成钙盐沉淀于水中,镍元素被置换出来成为了 Ni^{2+} , Ni^{2+} 也进一步地与废水中的 OH^- 结合形成 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 沉淀物。

往含 Ni^{2+} 的工业废水中加入适量的 PAM 絮凝剂,用玻璃棒充分搅拌均匀,然后静置 30 分钟,使 Ca^{2+} 和 Ni^{2+} 的沉淀物完全沉淀到烧杯的底部。

滴取废水中的上层清液到镍测试包上,若工业废水中上层清液 Ni^{2+} 的含量低于 0.5 mg/L, 那么将上层清液泵到 pH 调节烧杯中,加入 20% 的 H_2SO_4 调节溶液的 pH 值 7 左右就可排放到室外环境中;若工业废水中上层清液 Ni^{2+} 的含量高于 0.5 mg/L, 那么将上层清液同样泵到另一个同样大小的烧杯中,加入 20% 的 H_2SO_4 调节溶液的 pH 值 7 左右,再加入适量的铜试剂与溶液中的 Ni^{2+} 发生化学反应。经过刚才的化学沉淀后,再向清液中加入适量的 PAM 絮凝剂,用玻璃棒充分搅拌均匀,然后静置 30 分钟,使清液中的剩余 Ni^{2+} 的沉淀物完全沉淀到烧杯的底部。

继续从加入铜试剂处理过的清液中滴取适量的溶液到镍测试包上,若处理过的上层清液中 Ni^{2+} 的含量低于 0.5 mg/L, 那么将处理过的上层清液泵到 pH 调节烧杯中,加入 20% 的 H_2SO_4 调节溶液的 pH 值 7 左右就可排放到室外环境中;否则再加铜试剂继续上述的操作步骤。

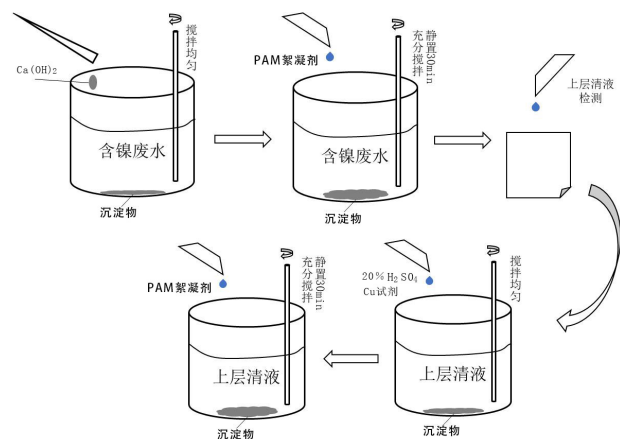


图1 去除废水中镍离子的实验过程

1.3 结果分析

经过查阅资料可知,随着pH的增大,工业废水中的镍离子的浓度也会随着减小,但当pH值达到11的时候, Ni^{2+} 浓度会趋于平稳^[5]。其原因可能为工业废水的pH值大于11的时候, Ni^{2+} 与络合试剂发生了络合。因此,本文通过加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体使得工业废水的pH值迅速上升到12左右, Ca^{2+} 与络合试剂发生化学沉淀,使得 Ni^{2+} 游离出来与氢氧根离子发生化学沉淀。

通过加入的铜试剂与工业废水中的镍的质量比值作为数据,取第一次获得上清液的实验开始,记录经过处理后的 Ni^{2+} 浓度的大小。以质量比($m_{\text{铜试剂}}: m_{\text{镍}}$)为横坐标,以镍离子浓度大小为纵坐标画折线图如图2所示:

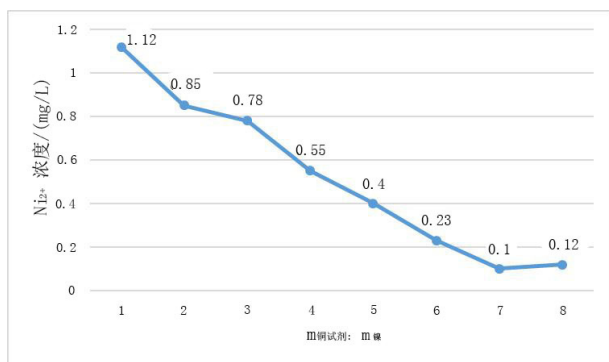
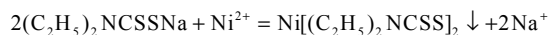


图2 铜试剂与镍离子浓度的关系

根据折线图可以看出,当铜试剂的含量比率等于7的时候,工业废水中的 Ni^{2+} 浓度为波谷,其化学反应离子方程式如下:



由离子方程式可以看到,当镍离子与铜试剂完全沉淀的时候,其理论质量比约为: $296/58=5.1$ 。但图中可以看到,

在铜试剂与镍的质量比为5.1左右的时候, Ni^{2+} 浓度还在继续下降,原因为工业废水会存在着离子的化学反应,因此需要把其质量比提高到约为7的时候才使得工业废水里的 Ni^{2+} 浓度降到最低,符合环保部门规定的排放含 Ni^{2+} 工业废水的标准。

2 结语

含重金属 Ni^{2+} 的工业废水对人体危害很多,在废水中根据不同的pH值与络合试剂络合,目前去除镍元素的方法效率不高、沉淀率一般。本文通过向工业废水中加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 来调节工业废水的pH值为12的时候,能够大量置换出 Ni^{2+} ,使得产生 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 沉淀,大幅度减低Ni元素在工业废水中的含量。此后再加入铜试剂来尽可能再降低工业废水中剩余的Ni元素。通过实验研究分析,该方法科学可行,并且对工业废水中的Ni含量去除率高,为处理含镍废水提供了方法依据。

参考文献

- [1]钱勇.工业废水中重金属离子的常见处理方法[J].广州化工,2011,39(05):130-131+138.
- [2]黄新,李涛,唐楷,等.化学沉淀法回收含镍废水中镍的研究[J].化学工程师,2008,(10):37-39.
- [3]江霜英,高廷耀,胡惠康.化学镀镍废液的预处理[J].同济大学学报(自然科学版),2004,(02):226-228.
- [4]孙德志,孙怡,秦占斌,等.铜试剂测定溶液铜离子浓度分光光度法的改进[J].化学工程师,2019,33(03):70-73+40.
- [5]李林海.工业废水中重金属镍离子处理研究[D].湖南大学,2016,(03):65.

作者简介:

叶万川(1989--),男,广东东莞人,汉族,本科学历,研究方向:环境保护工程。