

电镀废水处理技术研究现状及趋势

杨金庸 林宇东

威士邦(厦门)环境科技有限公司

DOI:10.12238/jpm.v3i10.5381

[摘要] 由于电镀工艺的特殊性,在生产环节中需要使用大量的重金属和化学试剂,因此也会产生大量的工业垃圾和化学污水。电镀废水就是这样具有强污染性的工业产物,如果得不到妥善的处置,将对自然环境产生严重危害。因此电镀废水的处理技术和研究是当前社会关注的一大重点,国际上采取了一些强制性标准和规范限制电镀废水的排放。本文就结合我国工业发展的实际现状,浅谈当前电镀废水处理技术和发展趋势,并就电镀废水的回收处理技术进行探究。

[关键词] 电镀废水; 处理技术; 发展趋势

Research status and trend of electroplating wastewater treatment technology

Yang Cha Yong, Lin Yudong

State (Xiamen) Environmental Technology Co., Ltd

[Abstract] Due to the particularity of electroplating process, a large number of heavy metals and chemical reagents need to be used in the production process, so a large number of industrial waste and chemical sewage will also be produced. Electroplating wastewater is such a highly polluting industrial product, if not properly treated, it will cause serious harm to the natural environment. Therefore, the treatment technology and research of electroplating wastewater is a major focus of the current social concern, and some mandatory standards and norms have been adopted to limit the discharge of electroplating wastewater. This paper discusses the actual situation of China's industrial development in combination, the current electroplating wastewater treatment technology and development trend, and explores the electroplating wastewater recovery and treatment technology.

[Key words] electroplating waste water; treatment technology; development trend

引言

我国的从农业经济向工业社会的转型,它是以牺牲自然环境为代价的转变,在发展工业化的同时,对自然环境产生了严重的破坏。其中电镀行业是目前应用较普遍、用途广泛的生产制造行业,在航空航天等高科技领域被广泛应用。在环境保护方面,重金属废水不仅不易进行金属杂质分离,而且废水含有大量的重金属离子、有机制剂和无机制剂等危险物质,对生态环境造成了一系列的污染现象,对自然环境和动植物等的生存,存在着严重的危害。

一、电镀废水的由来及其危害

1. 电镀废水的来源

电镀废水来源主要有电镀工艺所产生的电镀液体的过滤水、钝化废水和电镀零件的洗涤水,以及因操作不当或渗漏而产生的具有污染性的液体,其主要成分为金属离子和残留的化学试剂。企业在生产过程中所产生的电镀废水中含有大量的重金属污染物,必须经过过滤和净化系统处理后,才能够进行排

放。

2. 电镀废水的危害

由于施工工艺的不同和复杂性,电镀废水中污染物的种类和含量差异较大,导致每一批废水的掺杂物都具有不确定性,往往是各种污染物的成分,同时掺杂的,但大体可分为酸性和碱性废水、重金属离子废水和油脂混合物废水等。有毒和危险物质包括有镉、铅、铬、镍、锡、锌、酸、碱、石油悬浮物、氮化合物、活性剂和磷酸盐^[1]。电镀废水对环境的危害,主要是因为很多企业为了节省成本,将未经处理的废水直接排放,导致水源和土壤被污染,造成环境危机,对环境产生不利影响。而且废水中的酸碱成分会改变土壤的酸碱性,从而对植物和微生物的生活环境造成破坏,同时废水中的有毒物质也会对动植物造成危害。例如,含有微量氰化物的废水就会导致农作物和动植物的大量死亡,如果污水中污染性强的重金属含量超标,它们就会被归类为剧毒物质或致癌物质。

二、电镀废水处理技术的研究现状

1. 物理法

物理方法是指在处理污水的过程中,使用物理方法分离污染物,而不改变水的生理特征。最常见的污水处理方法有蒸发浓缩回收法、反渗透法。

1.1 蒸发浓缩回收法

蒸发浓缩回收法是一种针对含有铬、铜、镍离子等重金属的废水处理方法,是工业中最常见的处理含有铬、铜、银和镍的污水的物理方法,此种方法可以实现对这些重金属杂质的有效收集、回收和正确使用。一般来说,在电镀工业中使用蒸发和浓缩技术来处理重金属的废水是简单的提取,要实现无污染处理还需要利用其他方法,但这一步是后续工作的必要前提,所以蒸发浓缩回收法在工业生产中得到了广泛的应用,譬如镀锌厂使用的大气蒸发和逆流洗涤的组合系统。在上个世纪八十年代,我国在电镀废水领域也采用了很多相关的技术,不仅完美处理了大量工业铬废水,同时也节约了大量的资源成本,为我国经济腾飞事业做出了重大贡献。蒸发浓缩技术在重金属回收处理中效果良好,这项技术操作简单,而且无需使用化学试剂,也没有次级污染,可以高效地提纯废水中的重金属,对于我国重金属资源和科学研究有着重大意义。但由于处理过程需要消耗大量的能源,因而它的使用也受到一定的局限性。

1.2 反渗透法

反渗透法是一种浓缩分离技术,使用半渗透膜对杂质进行高压过滤,从而达到提纯和分离的目的。目前针对这种方法处理电镀废水的研究和应用较多,已被广泛应用在镀锌废水以及镀镍、镀锌、铜、镉废水的过滤和提纯环节中。而且过滤后的液体经过返回冲洗,没有进一步的浪费。这种方法的关键是必须选择具有抗污染和透水性良好的半透膜,其缺点是反渗透效应和反渗透膜寿命较低,而且由于膜内金属离子的去除速度不同,在冲洗槽内的长期操作可能会导致杂质的积累问题。

2. 化学法

化学方法是将化学物质注入污水中,通过化学反应改变污水中污染物的化学性质。该技术操作简单可靠,投资较少,对水耐受性强,浓度高,效果稳定,适用于电镀工厂的所有污水处理,但也存在二次污染问题。化学方法包括铁氧体、化学氧化法、化学还原法和化学沉积法等。对各种电镀废水的处理和整合应用,具有投资少、加工成本低、操作简单等特点,适用于各种电镀金属废水处理,但是该方法的主要缺点是生产的水不能被回收利用。

2.1 铁氧体法

铁氧体法是一种根据其生产原理开发的一种金属加工方法。对于含重金属的废水,这种方法可以同时去除多个金属离子,特别是金属的混合物,这一方法在生产中具有操作简便和高稳定性的特征。因而,在国内的电镀工业中,被广泛应用于处理大量的工业废水。

2.2 化学氧化法

这种方法主要用于处理含有黑色素的污水。最常见的氧化

剂是氧气、臭氧、过氧化氢、次钠等,通过氧化剂将金属与氰化物离子结合在一起,综合氧化成氮气和二氧化碳,这种方法可以完全解决氰化物污染问题。但是处理过后的水质较差,无法进行回收利用,处理过程可能会导致次级污染,而且氧化剂的可用性和毒性仍有待探究。

2.3 化学还原法

该方法主要用于处理镀铬污水,使用还原剂将高毒性铬转化为低毒性铬,然后通过中和降雨来去除铬。通常使用的还原剂有硫酸亚铁和二氧化硫,处理后水可以达到排放标准,而且对于氧化铬的处理流程和设备使用相对简单。但是,如果铬合金废料储存不当,它们可能会引起二次污染,而且其处理成本较高,这是化学还原法的一个缺点。

2.4 化学沉积法

化学沉积法是将溶解的重金属从废水中提取出来,进而转化为不溶于水的金属杂质,这是一种更成熟、更方便的污水处理技术。具有成本低,易于管理的特点,而且通过此方法能够使污水处理达到排放标准。

3. 物理化学法

物理化学方法是通过将物理和化学处理法进行结合来进行电镀废水的处理。在这些方法中,电解法和离子交换是最常见的。经过物理化学处理法处理过后的污水水质相对较好,但是所需使用的设备和整体的操作成本相对较高,而且必须经常与其他技术结合使用,譬如离子交换法、电解法、膜分离法、吸附法等处理技术^[2]。

3.1 离子交换法

离子交换法主要是一种化学方法,利用树脂离子与镀锌废水中的一些离子的交换反应,来实现转换和去除目标离子,广泛应用于工业废水的处理。废水中重金属离子经多次吸附后可进行回收利用,但是由于离子交换器的高选择性,原材料生产的复杂性,以及再生剂的高成本和高消耗,使得它们的应用非常受限。

3.2 电解法

电解法是一种针对金属物质的电解方法,通过电解污水中的有害物质,使其转化为无害物质。在我国,电解法已经存在有20多年,具有效率高和节能环保等优点。但由于该方法能量消耗较大和成本较高,因而不适用于金属浓度低的废水处理。此外,集成电镀的铬废水可以通过废料(铁粉)的内部电解来处理,同时结合催化、氧化还原、置换、絮凝、沉淀和吸附等其他几个处理方法,通过综合效应来去除重金属离子废水。内部电解的方法具有操作简单、协同作用强、综合效果好、投资少、运行成本低等特点。随着研究的进展,这项技术将会给废水处理技术带来有希望的前景^[3]。

3.3 膜分离法

膜分离法是一种利用电渗析、反渗透、膜提取等物质的大分子选择性,对电镀废水中的金属物质进行分离的处理技术。在对电镀工业废水进行膜分离处理时,经处理过后的处理液的

成分组成保持不变,可以在水箱中重复使用。反渗透处理法广泛应用于锌、镍、铬废水和混合重金属废水的处理,镀锌废水经过反渗透处理过后的水可以循环利用。关于使用膜分离法处理电解废水的研究有很多,在大部分地区,膜分离法已经从基础的理论研究发展到工业应用场景,得到了广泛的应用。

3.4 吸附法

吸附法是一种通过使用吸附剂,如活性炭、腐蚀性酸等,去除重金属离子的有效方法,重金属在吸附剂的作用下能够从污水中脱离,以实现废水的净化处理效果。此种处理法好处是吸附过程较为简单的,便于操作,广泛用于处理各种电镀废水,但不能彻底清除废水中的杂质,处理过后的水不能够直接循环利用,因此应用范围较小。

4. 生物处理法

污水的生物处理法主要是利用微生物的生命过程,将电镀废水转化为污水处理。镀锌污水的生物处理法是一种发展前景很好的技术,在操作管理方面很容易被工厂所接受。如果生物学家能进一步改进功能性细菌,使其快速反应和高效繁殖,那么生物法处理技术可以成为简单、可靠和经济先进的电镀废水处理技术。

4.1 生物吸附法

通过生物吸附的化学效应实现对有机物中的金属离子的吸附效果,从而将金属和溶液进行分离。生物吸附剂主要有细菌、藻类和一些提取物,在实施过程中,微生物、重金属吸附机制受环境因素影响较大,如光线、温度、浓度等,受水溶液中钙和镁离子干扰的影响较小。这种方法处理效果好,成本很低,污染程度也较低。

4.2 生物絮凝法

生物絮凝法是一种用微生物的新陈代谢生成絮状沉淀物的方法。生物絮凝剂是微生物通过生物反应生产的天然聚合物,主要成分是糖蛋白、多糖、纤维素、蛋白质和核酸。利用生物絮凝剂处理电镀废水的方法是安全无污染的,而且微生物的絮凝活性高、增长快,絮凝条件大多不受酸碱值和温度等外界环境影响,易于实现工业化生产^[4]。

三、电镀废水处理过程中的问题

目前,许多电镀废水处理通常都是对电镀废水进行传统的化学处理,在达到排放标准后很少回收。在实践过程中,电镀废水的处理和再利用仍然存在许多问题,需要进一步改进工艺和提高标准。

随着生产技术的发展,污水中的污染物类型变得愈加复杂。目前,电镀废水通常分为三类:氰化物废水、铬制废水和综合废水。从纯粹生产的角度来看,这种分类是不合理的,因为污水中还含有其他重金属杂质,不同类型的污染物具有不同的特性。如果不按照污染物的性质采取有效的管理措施,即使增加污水处理的投入,废水处理的效果依然会不尽人意,不能达到排放标准。

目前许多公司产品的生产过程,常常伴随着高成本废水处

理过程,电镀废水处理费用普遍在20到30元/吨,在处理过程中添加碱的费用是5至10元。分析表明,污水处理成本高的主要原因是电镀废水处理过程不合理,未充分结合电镀废水的特点进行处理。然而,为了满足环境要求,公司必须为废水处理和排放付出高昂的代价。随着污水排放的要求越来越严格,工厂原有的电镀废水的处理设备不再符合排放要求,导致必须增加成本以提高处理效率,提高水的回收利用率。一些公司在深层处理过程中添加了一些过程,例如“活性炭-反渗透-堆肥过滤器”,以达到用水的再循环。经济效益分析表明,尽管废水具有经济效益,但与处理费用和投入的资源相比,废水的回收效率很低。几乎所有的公司在电镀废水的处理上都是非盈利的,而且缺乏对于电镀废水处理所投入成本的正确管理,所有的措施都是基于国家对电镀行业环境要求的明确规定所制定的。所以无论是国家或企业,企业必须改善电镀废水处理过程,做到“分开治理,分离回收,严格管控”,降低废水处理的成本,提高经济效益,寻求电镀废水处理的长期解决办法。

四、电镀废水处理发展趋势

电镀行业是一个关乎国计民生的行业,也是一个污染严重、耗水量大的行业。由此产生的废水,如果不按照既定标准处理,可能对水体、水生动物及其赖以生存的农作物、动物和人类构成极大的危害。

电镀废水处理方法主要分为物理、化学、生物化学等处理方法。由于当前倡导清洁生产、节约能源和减少排放的主题,越来越多的人开始关注废弃物排放、重金属加工和零排放。一些环境要求已经从标准排放上升到微量排放,即零排放。在许多情况下,原始设备和高科技电镀包括镀金、镀银等贵金属的镀层过程中,会有大量氰化物废水及其他重金属综合废水进行排放,会对环境造成严重的污染,因此需要做好治理措施。目前,大部分树脂被用来吸收污水中的金银,有效的金银加工可以为废水处理系统带来收入,避免珍贵的原材料被浪费,造成污水处理的成本上升,这符合循环经济的概念。

在现阶段,电镀厂含铬废水的处理更加注重铬的实际含量,并启动了科学的预防、再循环和全面控制方案。这些技术范围广泛,包括新技术和微生物技术,以及信息技术。对各种水处理技术的应用进行综合研究十分重要,对于科技的发展有积极的影响。它的主要发展效益如下:

1. 低碳经济

随着处理技术要求的增加,出现了许多经济高效的废水处理方法,这些废水处理方法涉及微生物领域,已逐渐发展为成熟的、符合安全标准的处理项目。以满足实际的市场需求,同时增加了废物、废水处理的经济效益,提高了资源的利用效率。因此,电镀行业应该在保证取得良好的加工效果的同时,还可以采用低成本电镀作业,从而降低加工成本和废水处理成本。

2. 效率

许多电镀废水处理过程比较复杂,但也可以行之有效地对废水进行管理和控制处理。废水处理技术如果想提高其应用效

果,需要不断提高技术效率,以确保有效处理,同时确保处理技术符合标准,实现对电镀废水的最大限度回收利用。

五、结语

许多污水处理方法都需要传统处理方法进行积极延伸发展,才能有效地降低能源消耗和处理成本,实现处理效率的提高、节约能源和减少排放的目标。在废水处理中,需要结合废水的污染程度,不断改进处理设备,按照实际处理技术进行废水处理,以达到高效率和无污染的效果,从而实现环保与节能的最佳结合。

[参考文献]

- [1]尚庆丽. 浅析电镀废水处理技术的研究现状及趋势[J]. 科技经济导刊, 2019(25):1.
- [2]姚鸣, 朱华. 电镀废水处理与资源化回用技术发展现状与趋势[J]. 2020.
- [3]张厚, 施力匀, 杨春,等. 电镀废水处理技术研究进展[J]. 电镀与精饰, 2018, 040(002):36-41.
- [4]赵云霞, 杨子轩, 毕廷涛,等. 电镀废水处理技术研究现状及展望[J]. 电镀与涂饰, 2021, 40(15):10.