

文章编号:1009-6825(2009)09-0192-02

电絮凝深度处理焦化废水的研究

张璇 文一波 陈劲松

摘要:探讨了电絮凝法深度处理焦化废水的工艺,采用特制的电絮凝反应器,系统考查了电流强度、反应时间、pH值和极板间距等因素对电絮凝效果的影响,试验结果表明,电絮凝工艺对焦化废水的NH₃-N和COD均有很好的处理效果,是一种前景广阔的深度处理工艺。

关键词:电絮凝,焦化废水,深度处理

中图分类号:X703

文献标识码:A

焦化废水是煤制焦炭过程中产生的废水,成分复杂,含有数十种无机和有机化合物,其中无机化合物主要含有大量铵硫氰化物、硫化物等;有机化合物主要有酚类,单环及多环芳香族化合物,同时也含有氮、硫、氧等杂环化合物等。传统的活性污泥法对酚、氰有很好的处理效果^[1],当水力停留时间为12h~24h时,酚类物质的去除率可以达到99%以上,出水酚、氰浓度达到或接近排放标准。COD的去除则较差,一般出水COD为250mg/L~550mg/L左右。这是由于焦化废水中含有一定量的难生物降解的有机物,使用传统活性污泥法不可能将其去除。有关资料表明^[2],国内目前对焦化废水的处理大多数采用常规的活性污泥法,经该法处理后的出水COD、NH₃-N难以达到行业排放标准一级水平。本文采用电絮凝技术对生物法处理过的焦化废水进行深度处理,以期进一步提高COD、NH₃-N的去除率,达到国家污水综合排放标准一级:COD 100mg/L, NH₃-N 15mg/L。

1 试验部分

1.1 试验废水

本试验废水取自某焦化厂污水处理二沉池出水,COD指标为250mg/L~350mg/L, NH₃-N为15mg/L~25mg/L。

1.2 试验内容及装置

试验在特制的电絮凝装置中进行,采用间歇试验方法,考查电流密度、反应时间、pH值和极板间距对焦化废水处理效果的影响。

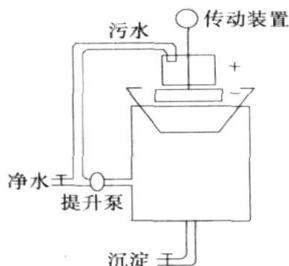


图1 电絮凝实验装置图

废水处理装置见图1,在基架上部固定有传动装置,基架下方吊悬有上敞口的漏斗,铝制的阳极极板与一滑座臂相连接,阳极极板下方为阴极极板,阴极极板与穿装在阳极极板中间注水通道内的转轴相连接并在传动装置驱动下转动,阴阳极板间距离由滑座臂进行调整。废水经提升泵提升,由上往下依次流经阴阳极板、漏斗、承接容器、出水管。在电絮凝反应时间内,关闭出水阀,形成封闭式内循环系统,废水得到高效处理。

2 结果与讨论

2.1 电流强度对处理效果的影响

当反应时间为10min,极板间距为3mm,pH值为8时,调整不同的电流强度进行试验,分析电流强度对处理效果的影响。试验结果见图2。

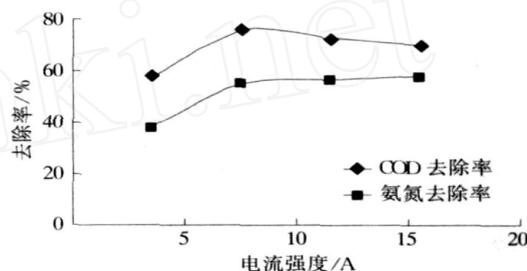


图2 电流强度与去除率的关系曲线

从图2中可以看出,NH₃-N的去除率随着电流强度的增加而增加,当电流强度达到7.5A后,继续增大电流,NH₃-N的去除率变化不大。分析其原因,随着电流增加,含氮化合物的进一步分解将产生新的NH₃,抵消了部分氨氮的去除;也可认为^[3],存在某种化合物比氨更容易被氧化,优先与电解产生的氧化性自由基反应,由于自由基数量有限,并不能进一步提高氨氮的去除率。

COD的去除率随着电流强度的增加先增大后减小。电流强度由低逐渐升高,电解过程中产生的Al³⁺增多,形成的铝络合离子和氢氧化铝等多核络合物有很高的吸附活性,使絮凝效果增强。在水溶液中,Al()不是以Al³⁺单纯离子状态存在,而是以Al(H₂O)₆³⁺等水合铝络合离子状态存在,可与溶液中OH⁻发生缩聚反应,形成高分子聚合物^[4],这种线形结构的高分子聚合物具有很强的吸附絮凝能力,使得废水中的悬浮物能通过吸附絮凝而去除。但随着电流强度的持续增高,将产生过多的Al³⁺,胶体表面大量同性电荷会互相排斥,生成无定形Al(OH)₃絮团,结构松散不易沉降,絮凝效果明显降低,有机物去除率随之下降。同时发现,试验在室温25℃下进行,当电流强度超过10A时,反应结束后混合液温度高达40℃,可见电流强度过大会影响到电极的使用寿命,增加了电耗,造成处理成本的增大。所以电流强度的最佳值为7.5A。

2.2 反应时间对处理效果的影响

当电流强度为7.5A,极板间距为3mm,pH值为8时,选取不同反应时间的出水进行试验,分析反应时间对处理效果的影

收稿日期:2008-11-15

作者简介:张璇(1983-),女,兰州交通大学环境与市政工程学院硕士研究生,甘肃 兰州 730070

文一波(1965-),男,硕士,教授,高级工程师,北京桑德环保产业集团,北京 101102

陈劲松(1975-),男,硕士,工程师,北京桑德环保产业集团,北京 101102

响。试验结果见图 3。

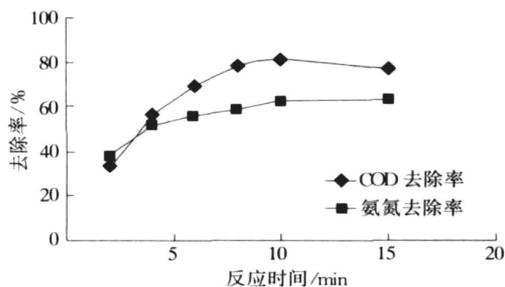


图 3 反应时间与去除率的关系曲线

从图 3 中看出,随着反应时间的延长,NH₃-N 和 COD 的去除率均不断增加,这是由于反应时间越长,阳极铝离子的析出,起到了良好的絮凝作用。从实验得知,当电流强度一定,继续延长反应时间,对 NH₃-N 的去除率影响不大。由于氨属于还原性物质,放电产生的活性自由基将氨氮氧化成 N₂ 或 NO³⁻,操作电压恒定时,废水流动过程中反应速率减小,所以时间增加但效率缓慢。

当废水流量一定,电絮凝时间太短或过长时,COD 的去除效果均不理想。这是因为废水絮凝需一定的反应时间,电絮凝时间过短不能获得较好的处理效果。但随电絮凝时间进一步增加去除率增加缓慢,主要是金属在阳极溶解过程中容易钝化,随时间延长铝表面形成一层膜层,影响铝电极的溶解。反应 10 min 后 COD 去除率已不明显,反而呈现下降趋势,因电解时间过长^[5],会使已经电絮凝吸附的有机物重新解离,使 COD 值反而增大。由图 3 得出,其停留时间范围在 6 min ~ 10 min 为宜,最佳反应时间为 8 min。

2.3 pH 值对处理效果的影响

电流强度为 7.5 A,电絮凝时间为 8 min,极板间距为 3 mm,分别将污水的 pH 值调节为 6,7,8,9 和 10,实验结果如图 4 所示。

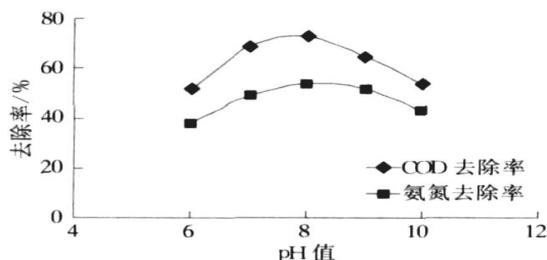


图 4 pH 值与去除率的关系曲线

由图 4 可见,在酸性条件下,NH₃-N 和 COD 的去除率较低;在中性和弱碱性条件下,Al(OH)₃ 可以稳定存在,能有效吸附污水中的有机物,NH₃-N 和 COD 的去除率均升高;在碱性条件下,去除率有所下降。当 6 < pH < 8 时,发生 Al(OH)₃ 沉淀,电絮凝效果明显,有机物去除率高。随着 pH 增加,吸附效率有所下降,这是因为随体系 pH 增加,Al(OH)₃ 胶体表面吸附部分 OH⁻ 形成带电表面,呈 Al(OH)₄⁻,Al₈(OH)₂₆²⁺ 等铝聚合离子,使得胶体表面的亲水性增强,因此吸附有机物的能力下降。故本实验选择在弱碱性 pH = 8 条件下进行电絮凝。

Advanced treatment of coking wastewater with electro-coagulation

ZHANG Xian WEN Yi-bo CHEN Jiu-song

Abstract: The technology of electro-coagulation for advanced treating coking wastewater was studied in this paper. The effect of the density of electric current, the time of reaction, the pH value and the distance of the electrode were investigated for the electro-coagulation results by the special reactor. The results show that the NH₃-N and COD can be removed well with electro-coagulation. The prospect of the advanced treating technology is broad.

Key words: electro-coagulation, coking wastewater, advanced treatment

2.4 极板间距对处理效果的影响

在上述参数条件下,即电流强度为 7.5 A,电絮凝反应时间为 8 min,pH 值为 8 时,调整极板间距分别为 2 mm,3 mm,4 mm 和 5 mm,试验结果见图 5。

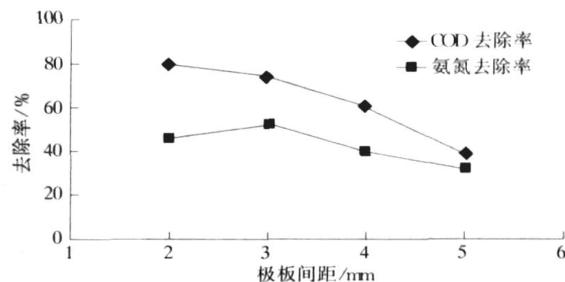


图 5 极板间距与去除率的关系曲线

由图 5 可知,极板间距的大小对 NH₃-N 和 COD 的处理效果有非常明显的影响。COD 的去除率随极板间距 *d* 的增大而降低,当 *d* = 5 mm 时,下降趋势尤为明显。极板间距越小,流过极板间的电流越大,能有效地促进阳极的进一步溶解,加速 Al³⁺ 等水解产物的形成,使絮凝剂的量大大增加,絮凝效果更加显著。但极板间距过小,反应过程中有火花产生,引起放电现象,严重影响电极的正常使用。当极板间距变大,极板电阻增大,流过极板间的电流迅速变小,电絮凝作用明显降低,因此 3.0 mm 为最佳极板间距。

3 结语

1) 小型连续试验表明,电絮凝法可以用于焦化废水的深度处理,使废水中难以生物降解的有机物进一步絮凝沉淀去除。通过大量试验研究,得到最优工艺参数:电流强度 7.5 A;反应时间 8 min;pH 值为 8;极板间距 3 mm。2) 电絮凝工艺对焦化废水的 NH₃-N 和 COD 均有非常好的处理效果,在试验最佳工艺条件下,NH₃-N 去除率为 55%,COD 去除率可达 75%,得到的处理水 COD 100 mg/L,NH₃-N 15 mg/L,均达到国家一级排放标准。3) 电絮凝法氧化能力强、工艺简单、不产生二次污染,是一种前景比较广阔的废水处理技术。

参考文献:

- [1] 甘莉,甘光奉.电凝聚水处理技术的新进展[J].工业水处理,2002(5):5-7.
- [2] 张光吉.焦化废水处理工艺浅析[J].科技情报开发与经济,2005,15(15):184-185.
- [3] Chen X,Chen G,Yue P L. Separation of pollutants from restaurant wastewater by electro-coagulation[J]. Separation and Purification Technology,2000(19):65-76.
- [4] Stucki P. Electrochemical wastewater treatment using high over voltage anodes[J]. Apply Electrochemistry,1991,21(3):34-38.
- [5] 冯历,李杰.电絮凝——SBR 工艺处理采气废水[J].环境科学与管理,2008,33(2):69-71.
- [6] 徐金兰,王志盈.含 PVA 印染废水的电凝聚与生物处理效果试验研究[J].水处理技术,2003,29(4):218-221.