

微波辅助催化湿式氧化工艺处理高浓度有机废水的研究

史书杰 王鹏 邵涛 欧阳红

(哈尔滨工业大学市政环境工程学院 150090)

高浓度难降解有机物是环境保护研究的前沿和重点。随着人工合成化合物越来越复杂,高浓度难降解有机废物对人类环境的危害越来越大,科研人员把研究的对象投向了这类有机物。

本文以高浓度含酚配水为处理对象,研究了微波辅助催化湿式氧化工艺处理高浓度有机废水;以三价铁溶液和自制备改性 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ 为催化剂研究了微波辅助催化湿式氧化工艺中辐射时间、氧化剂用量、催化剂用量等因素对高浓度含酚废水降解的影响。

1. 研究方法

苯酚配水: 实验所用苯酚水溶液浓度为 5000mg/L。

催化剂的制备: 取一定量工业氧化铝颗粒,用蒸馏水洗涤以除去白色粉末,然后在烘箱内干燥数小时,干燥后将其在马弗炉中活化,活化后按一定固液比用一定浓度的铁磁性金属盐溶液浸渍,过滤出氧化铝,经干燥、焙烧后即得改性氧化铝。

实验方法: 称取一定量催化剂于溶样杯中,加入 20ml模拟含酚废水和一定量浓度为 3%的 H_2O_2 ,设置一定压力和微波辐照时间,用 4-氨基安替比林法测量处理前后水中苯酚的浓度,计算去除率。

2. 结果与讨论

2.1 进水浓度对含酚废水处理效果影响

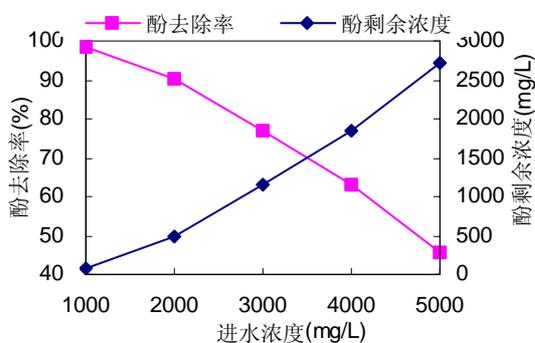


图1 进水浓度对苯酚处理效果影响

图1结果表明,随着进水浓度的变小,苯酚的去除率明显的提高,到进水浓度降到1000mg/L时,苯酚的去除率几乎达到100%,几乎没剩下苯酚分子,同时对比均相实验,可以发现,使用分均相催化剂时,处理效果更加稳定,更符合实际使用要求。

2.2 进水 pH 值对含酚废水处理效果影响

图2结果表明,pH值调至5时,苯酚的处理效果最佳,pH值从3.0到8.0时,苯酚的去除率变化不大,所以太高的酸碱度对苯酚的处理有抑制作用,在处理含酚废水过程中,真正起氧化作用的是羟基自由基,酸碱度太高会使抑制羟基自由基的产生,同时过多的羟基自由基也会与作为催化剂的铁离子发生反应,而减少了与苯酚或其中间产物的接触几率。因此,可以把反应pH值设定为3.0-8.0,本实验选择进水pH值为5.0。

2.3 辐射时间对含酚废水处理效果影响

图3结果说明,随着辐射时间的延长,苯酚的去除率是递增的,但是变化不大,辐

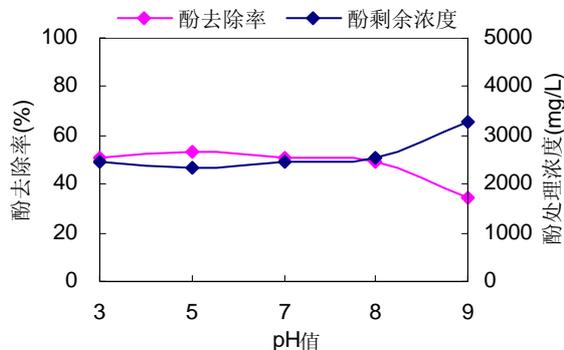


图2 进水 pH 值对苯酚处理效果影响

射时间从 2min 到 10min, 苯酚去除率的增加不到 5%, 从而验证了微波加热瞬时性的特点, 这与均相实验的结论是相符合的, 由此, 可以确定该工艺的辐射时间, 本实验以 6min 为辐射时间。

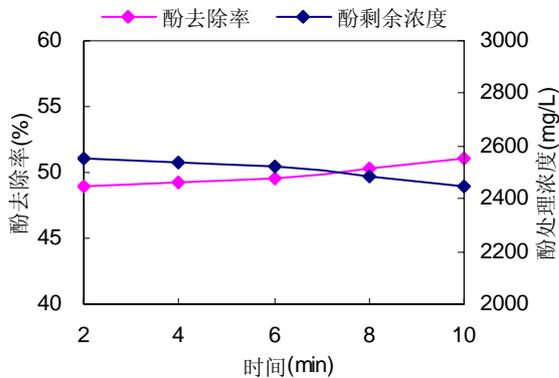


图 3 辐射时间对苯酚处理效果影响

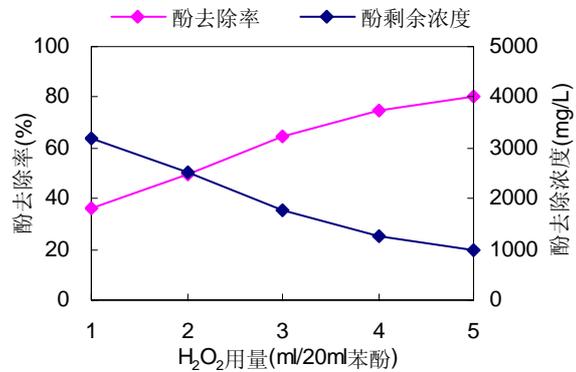


图 4 氧化剂用量对苯酚处理效果影响

2.4 H₂O₂用量对含酚废水处理效果影响

图 4 结果表明, 氧化剂的用量对苯酚处理效果有较明显的影响, 氧化剂用量从 1ml/20ml 苯酚提高到 5ml/20ml 苯酚, 其去除率从不到 40%增加到超过 80%。苯酚浓度也有很大的降低, 因此, 增加氧化剂的用量, 可以明显地提高苯酚的处理效果。

2.5 催化剂用量对含酚废水处理效果影响

图 5 结果表明, 催化剂用量为 3g/20ml 苯酚时, 苯酚的处理效果最佳, 但催化剂用量从 1.0g/20ml 苯酚到 5.0g/20ml 苯酚时, 苯酚去除率变化不大, 催化剂用量过少不能促使氧化剂 H₂O₂ 生成较多的羟基自由基, 不能对含酚废水进行足够的降解; 催化剂过多, 多出的铁离子又与羟基自由基作用, 从而影响了其余苯酚接触的几率。

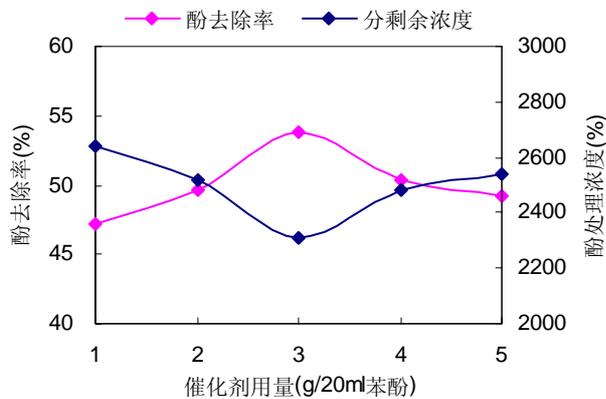


图 5 催化剂用量对苯酚处理效果的影响

微波辅助催化湿式氧化技术是对催化湿式氧化工艺的一种改进, 把微波加热与催化剂加快化学历程反应的优点结合起来, 利用微波加热的特点提供高温高压, 与催化剂共同作用降低化学反应的活化能, 加速化学反应进程, 节省了基建费用和运营费用; 该反应完全在密闭环境中进行, 不对外界环境造成二次污染, 并且能有效的保护操作人员; 最为重要的是该工艺提供了一种处理高浓度难降解有机废水的有效方法, 能较好的降解有机污染物, 或把难降解有机物降解为易生物降解中间产物, 便以后续生物降解。该工艺将在环境工程 and 环境保护领域发挥应有的作用。