

粉煤灰深度处理二级出水中磷的实验研究

肖利萍¹, 高航¹, 宫书策², 曹婷³

(1. 辽宁工程技术大学 建筑工程学院, 辽宁 阜新 123000; 2. 大唐呼伦贝尔能源开发有限公司, 内蒙古呼伦贝尔 021000;
3. 阜新市自来水总公司, 辽宁阜新 123000)

摘要:为了探索除磷的优良吸附材料和新方法,本实验对粉煤灰与PFS联用、碱改性粉煤灰处理二级出水中磷进行了实验研究,结果表明:粉煤灰与PFS联用处理3 mg/L的含磷模拟废水去除率可达72%,两者联用可使吸附与混凝发挥协同作用,强化处理效果;而用2 mol/L的氢氧化钠碱改性粉煤灰后,当投加改性粉煤灰8 g,以30 r/min的转速搅拌5 min时,对含磷模拟废水的去除率可达90%,碱改性后,粉煤灰在发挥其吸附作用的同时,与磷酸根离子产生羟磷灰石化学沉淀,强化了除磷效果,且可实现泥水分离。比较分析上述2种方法,碱改性粉煤灰既能有效除磷又能实现泥水分离,且药剂成本较低,工艺简单,值得推广应用。

关键词:粉煤灰; 吸附; 混凝; 碱改性; 含磷废水

中图分类号: X703.1

文献标志码: A

文章编号: 1674-4764(2012)S1-0022-03

Study on Deep Treatment of Phosphorus in Secondary Effluent by Coal Fly Ash

XIAO Liping, GAO Hang, Gong Shuce, Cao Ting

(1. Institute of Architecture Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000 Liaoning;
2. Datang Hulunbuir Power Development Co., Ltd, Hulun Buir 021000 Neimenggu;
3 Fuxin tap water corp, Fuxin 123000 Liaoning)

Abstract: In order to explore the best adsorbent and new way of removing phosphorus, this trial uses coal fly ash with PFS and alkali modified coal fly ash to deal with phosphorus in Secondary Effluent. The results: using the coal fly ash with PFS to deal with the model wastewater of 3mg/L, the removing rate can reach 72%. The combination of coal fly ash and PFS can make adsorption and coagulation express synergistic effect, and strengthen the Coagulation Effect. Using the NaOH modified coal fly ash to deal with phosphorus in Secondary Effluent, when dosage is 8g and stirs for 5min in 30r/min, the removing rate can reach 90%. After modified, coal fly ash expresses the adsorption, at the same time coal fly ash and phosphoric acid root ion settles, and strengths the treatment effect. Comparative analysis of the two methods, the NaOH modified coal fly ash can remove phosphorus effective and realize spate separation. This method can reduce the cost, and the metod is easy. It is worth to extensive application.

Key words: coal fly ash; adsorb; coagulation; alkali treatment; phosphorus wastewater

水体的富营养化是实现水资源循环利用的一大障碍。氮和磷是造成水体富营养化的主要元素,与氮相比磷的去除更加困难。因此,寻找一种简单、高效、环保的除磷方法势在必行。化学沉淀法除磷的应用最广,处理效果明显,但该方法药剂消耗量大,处理费用高且不能二次回收^[1]。若能寻找到一种廉价、高效的吸附除磷材料和方法,便能解决这个问题。

粉煤灰是燃煤电厂排出的主要固体废物,其主要成分是SiO₂和Al₂O₃,还有一定量的Fe₂O₃、CaO和MgO等^[2]。粉煤灰所具备的吸附性使其可作为吸附剂应用于水处理中,其廉价易得可降低水处理成本。本实验对粉煤灰与PFS联用、碱改性粉煤灰处理二级出水中磷进行了效能研究,以探索除磷的优良吸附材料和新方法。

1 实验器材与方法

1.1 水样

试验原水采用磷酸二氢钾与蒸馏水配制的模拟水样,磷酸盐浓度为3 mg/L。

1.2 仪器与材料

721型分光光度计,梅宇3000-6型六联搅拌机,浊度仪;阜新电厂粉煤灰,聚合硫酸铁(配置成60 mg/L的浓度);磷酸二氢钾,抗坏血酸,钼酸盐,酒石酸锑钾,过硫酸钾,硫酸,氢氧化钠,均为分析纯。

1.3 试验方法

向500 mL原水样中分别加入粉煤灰与PFS、碱改性粉

煤灰进行混凝试验。用搅拌机搅拌后,静止沉淀一段时间,采用钼酸铵分光光度法测定水中总磷的浓度。

2 结果与讨论

2.1 粉煤灰与 PFS 联用除磷的效能

2.1.1 单独粉煤灰的除磷效果 取 3 mg/L 的含磷模拟废水 500 mL 置于搅拌杯中,分别向 6 个搅拌杯中投入不同质量粉煤灰。以 30 r/min 转速搅拌 20 min,搅拌停止后静沉 10 min。取样测定磷浓度,结果见图 1。

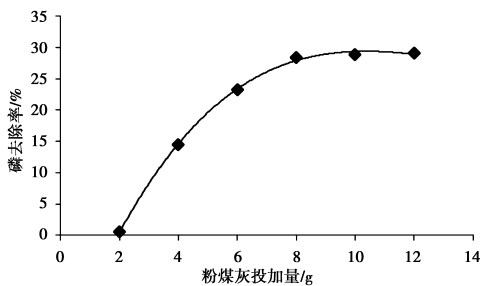


图 1 单独使用粉煤灰对磷的去除效果

随着粉煤灰投加量的增加,去除率增加。当投加量为 8 g 时,去除率达到最佳值并达到吸附平衡。由图知,依靠粉煤灰的吸附作用只能去除水样中 29% 的磷。

2.1.2 单独 PFS 的除磷效果 取 3 mg/L 的含磷模拟废水 500 mL 置于搅拌杯中,分别向 6 个搅拌杯中投入不同浓度的 PFS。以 30 r/min 转速搅拌 20 min,搅拌停止后静沉 10 min。取样测定磷浓度,结果见图 2。

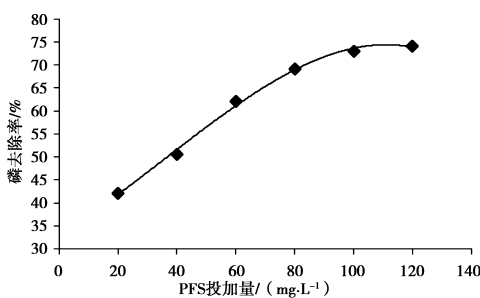


图 2 单独投加 PFS 对磷的去除效果

随着 PFS 浓度的增加,磷的去除率增加。当 PFS 浓度为 120 mg/L 时,去除率最佳可达 74%。用 PFS 直接对水样进行处理,处理效果优于粉煤灰。

2.1.3 粉煤灰与 PFS 联用的除磷效果 分别向 6 个装入水样的搅拌杯中投入不同质量的粉煤灰和 60 mg/L 的 PFS。以 30 r/min 的转速搅拌 20 min,搅拌停止后静沉 10 min。取样测定磷浓度,结果见图 3。

当单独投加 PFS 且浓度为 60 mg/L,磷的去除率为 62.09%。当粉煤灰与 60 mg/L PFS 联用时,去除率优于单独投加 PFS。当投加粉煤灰 12 g 时,去除率提高了 10%。

2.1.4 机理分析 对上述结果进行比较可得出,粉煤灰与 PFS 联用对磷的去除效果优于单独使用粉煤灰和 PFS。具体分析如下:

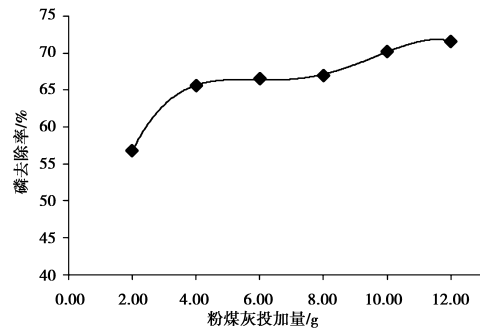


图 3 粉煤灰的投加量对除磷的效果影响

1) 粉煤灰与 PFS 的联用有效的将吸附法与混凝沉淀法结合起来,提高了处理效果。粉煤灰吸附水样中的一部分磷酸根,PFS 混凝沉淀一部分磷酸根,同时 PFS 将携有磷酸根的粉煤灰一并沉淀,强化了各自单独使用的处理效果。

2) 联用技术解决了粉煤灰泥水分离难的问题。粉煤灰为粉末状,单独使用粉煤灰在水样中难于沉淀,且浊度大,易堵塞设备。PFS 不仅对磷酸根有去除效果,同时可以解决粉煤灰泥水分离难的问题。

3) 粉煤灰的存在提高反应的絮凝速率。粉煤灰的投入增加了絮凝颗粒的数量浓度,从而提高了由布朗运动造成的碰撞速率^[3]。根据絮凝动力学可知,颗粒的絮凝速率决定于颗粒的碰撞速率。由此,粉煤灰的投入提高了反应的絮凝速率。

2.2 碱改性粉煤灰的除磷效能

2.2.1 碱改性粉煤灰的制取 配置 2 mol/L 的 NaOH 溶液,取 50 g 粉煤灰与 250 mL 该浓度的 NaOH 溶液混合,置于 80 °C 烘箱中 24 h,取出后用蒸馏水清洗 3 遍再烘 24 h。

2.2.2 碱改性粉煤灰的除磷效能 1) 碱改性粉煤灰投加量对除磷效果的影响 向 6 个装入 500 mL 水样的搅拌杯中投入不同质量碱改性粉煤灰。以 30 r/min 转速搅拌 20 min,搅拌停止后静沉 10 min,测定浊度。用滤纸过滤,测定磷浓度,磷浓度见图 4。

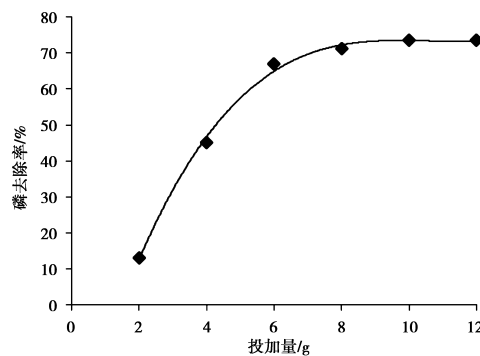


图 4 碱改性粉煤灰的投加量对磷的处理效果

随着粉煤灰投加量的提高,处理效果越来越明显。当投加量为 8 g 时,去除率趋于平衡。最高去除率可达 73%,比与 PFS 联用略高 2%。

测定水样浊度如表 1。

表1 碱改性粉煤灰处理后的浊度

粉煤灰/g	2	4	6	8	10	12
未处理(NTU)	33.9	46.0	58.2	55.3	61.6	70.6
碱改性(NTU)	10	9.0	5.4	5.6	4.7	3.6

从表中可知看出,碱改性粉煤灰的浊度都处于10 NTU以下远远好于未处理粉煤灰。可见,碱改性后的粉煤灰有良好的沉降性。

2)反应时间对除磷效果的影响 向搅拌杯中装入500 mL水样,分别投入8 g处理后粉煤灰。以30 r/min的转速搅拌,搅拌停止后静沉10 min。用滤纸过滤,测定磷浓度,结果如图5。

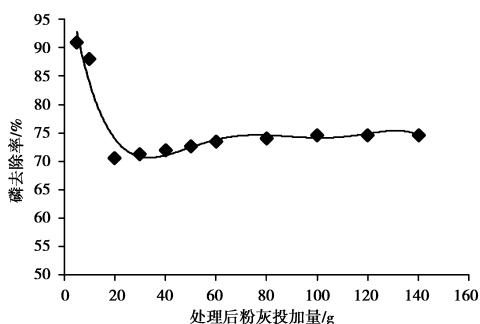


图5 反应时间对磷的处理效果的影响

反应发生5 min,去除率高达90%,尔后去除率呈下降趋势。反应发生20 min后,随着时间的延长,去除率平稳上升,在74%左右趋于平衡。反应初期粉煤灰吸附去除水样中一部分磷酸根,同时碱改性粉煤灰中的氢氧化钙与磷酸根发生反应生成羟磷灰石沉淀去除一部分磷酸根。因此,初期的去除效果明显。然而,随着搅拌时间的增加,吸附在粉煤灰表面的磷酸根随着搅拌解吸,磷酸根去除效果下降,20 min后趋于平稳。

3)转速对除磷效果的影响 向6个装入500 mL水样的搅拌杯中投入8 g处理后粉煤灰。以不同的转速搅拌5 min,搅拌停止后静沉10 min。用滤纸过滤,测定磷浓度,结果如图6。

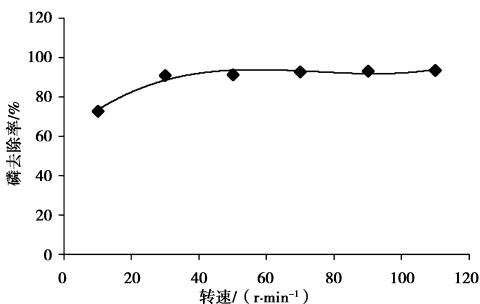


图6 转速对磷的处理效果

随着转速的增加去除率呈升高趋势。因为随着转速的增加,处理后的粉煤灰与磷酸根能更充分的接触,处理效果越来越好。由实验数据知,当转速增加至110 r/min时,去除率可以达到93%。去除率固然很高,但从环保和节能的角度分析过高的转速过于浪费,转速为30 r/min时,去除率可以达到90%,此时即保持良好的处理效果,又能符合节能环保的理念。

2.2.3 机理分析 对上述结果进行比较可得出,碱改性粉煤灰能够有效处理水中的磷酸根。具体分析如下:

1)碱改性粉煤灰可同时发挥吸附作用与化学沉淀作用,强化去除效果。在反应中,粉煤灰在发挥其吸附作用的同时,与磷酸根离子产生羟磷灰石沉淀。

2)处理3 mg/L磷模拟水样的最佳运行条件是:投加8 g处理后粉煤灰,以30 r/min搅拌5 min,沉淀10 min,去除率为90%。

3)经过碱改性粉煤灰处理水样后,浊度低。可以有效解决粉煤灰泥水分分离难、堵塞设备的问题。

3 结论

1)粉煤灰与PFS都对磷酸根离子有去除效果,联用后粉煤灰的吸附反应和PFS引起的混凝反应协同作用,有效的去除水中的磷酸根离子。

2)用氢氧化钠改性后的粉煤灰对磷酸根的去除率可达90%。碱改性粉煤灰在发挥其吸附作用的同时,能与磷酸根离子发生化学沉淀,强化处理效果。

3)以上2种方法均能有效的解决粉煤灰泥水分分离难的问题。

4)经过比较分析,碱改性粉煤灰既能有效除磷又能实现泥水分分离,且药剂成本较低,工艺简单,值得推广应用。

参考文献:

- [1] 潘理黎,王玲. 城镇污水处理厂尾水深度化学除磷试验研究[J]. 水处理技术,2011,37(6):50-53.
- [2] 陈建刚. 粉煤灰合成沸石固磷机制及固磷能力强化技术研究[M]. 上海交通大学,2007.
- [3] Querol X, Moreno N, Umaia J C. Synthesis of zeolites from coal fly ash: an over view[J]. Int. J. Coal Geology,2002,50:413-423.
- [4] 徐风广. 不同种类粉煤灰化学成分快速测定的研究[J]. 粉煤灰,2002,5:13-15.
- [5] 崔红梅,谭华锋. 粉煤灰合成人造沸石除磷效果的研究[J]. 辽宁化工,2008,37(5):292-294.
- [6] 冯萃敏,龙莹洁. 聚硫酸铁混凝剂的除磷效果分析[J]. 给水排水,2006,32:205-207.
- [7] 段金明,刘启明. 再生水处理工艺中混凝深度除磷研究[J]. 集美大学学报,2010,15(1):31-35.
- [8] 赵统刚,吴德意,孔海南. 粉煤灰合成沸石除磷机理研究[J]. 水处理技术,2006,32(7):23-26.
- [9] 杨艳玲,李星,冯群英,等. 饮用水混凝除磷技术试验研究[J]. 哈尔滨工业大学学报,2007,39(6):989-992.