

文章编号:1674-2869(2011)08-0082-04

改性累托石吸附处理染料模拟废水的试验

陈 云,王营茹^{*},孙家寿,罗 劼,段颖姗,陈佩佩
(武汉工程大学环境与城市建设学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:采用焙烧改性累托石处理染料模拟废水.探讨了改性累托石用量、处理温度、溶液 pH、搅拌时间和转速、模拟废水初始浓度等因素对处理效果的影响.试验结果表明:当累托石用量为 1.0 g/L 废水、模拟废水初始质量浓度为 100 mg/L、搅拌时间为 60 min、转速为 200 r/min 时,在室温和不改变模拟废水 pH 值的条件下,改性累托石对模拟废水中亚甲基蓝的吸附容量为 67.10 mg/g.

关键词:累托石;吸附;染料废水;亚甲基蓝

中图分类号:X703 **文献标识码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1674-2869.2011.08.020

0 引 言

染料废水是一类有着一定“毒性”的高浓度有机废水,其成分复杂,色度高,水质变化大,难降解物质浓度高^[1],属于一类较难处理的有机废水.其有效处理方法的研究早已成为全球性问题,常规的处理方法有很多^[2-5],而吸附法较其他处理方法在处理效率、操作方法、技术经济指标等方面均有着较强的优势而得到广泛应用^[6-7].本试验在累托石吸附处理废水中有机物和重金属离子等的研究^[8-11]的基础上,较为系统地研究了改性累托石吸附处理亚甲基蓝模拟染料废水效果的影响因素,为累托石吸附处理染料废水提供科学依据.

1 试验材料和方法

1.1 试验用累托石、试剂和仪器

累托石由湖北名流累托石科技股份有限公司提供,其化学组成见表 1^[12].

表 1 累托石的化学组成

Table 1 Chemical composition of rectorite					
组分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O
w/%	43.82	34.25	1.59	3.76	0.93
组分	Na ₂ O	MgO	TiO ₂	其他	IL
w/%	1.54	0.36	2.97	2.87	8.78

试验用染料模拟废水:试验中选用亚甲基蓝模拟废水,准确称取固体亚甲基蓝 1.000 g 置于烧杯中,加入少量蒸馏水使它溶解,然后移至 1 L 容量瓶中定容,避光存放以备.其他不同浓度的亚

甲基蓝染料废水根据需要配制.

试验用试剂为市售试剂.试验用主要仪器有:722 型可见分光光度计(天津市普瑞斯仪器有限公司);TGL-16G 型台式离心机(上海市安亭科学仪器厂);水浴恒温振荡器(上海跃进医疗器械厂);pHS-3C 型酸度计(上海精密仪器科学仪器有限公司生产);SX2-4-10 马弗炉(天津市中环实验电炉有限公司);DHG-9075A 电热鼓风干燥箱(上海齐新科学仪器有限公司)等.

1.2 试验方法

a. 累托石改性:累托石经破磨后过 0.074 mm (200 目)筛,参考课题组的研究^[13],拟定焙烧改性,即在马弗炉中于 400 ℃ 下焙烧 2 h,冷却后备用.

b. 吸附处理试验:称量一定质量的改性累托石加入盛有一定浓度的亚甲基蓝模拟废水的烧瓶中,密闭恒温振荡一定时间,取少量体积的悬浮液进行高速离心,取上层清液测试亚甲基蓝浓度.

1.3 分析方法

a. 亚甲基蓝的浓度分析:配制不同浓度亚甲基蓝的模拟染料废水,采用分光光度法在 $\lambda=665$ nm 处测定亚甲基蓝的吸光度值来确定其浓度,并绘制标准曲线(见图 1).取离心后的清液稀释一定倍数,测定其吸光度 A_i ,参照亚甲基蓝标准曲线,通过线性方程[式(1), $R^2=0.999\ 45$]:

$$C_i=0.185\ 18A_i-0.010\ 73 \tag{1}$$

计算待测液中亚甲基蓝的浓度 C_i .

b. 改性累托石吸附量的计算:通过式(2)计算

收稿日期:2011-06-01
作者简介:陈 云(1986-),男,湖北武汉人.研究方向:环境材料,电化学.
指导老师:王营茹,女,副教授.研究方向:环境监察专业教学与水污染控制技术.*通信联系人

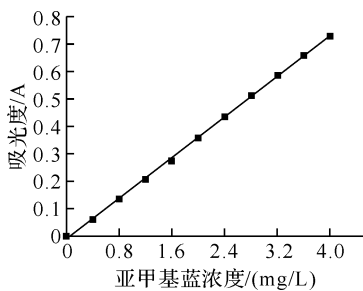


图 1 亚甲基蓝工作曲线

Fig. 1 Working curve of methylene blue
改性累托石的吸附量。

$$Q=\frac{(C_0-C_i)V}{m} \tag{2}$$

式(2)中 Q 为累托石吸附量(mg/g); C_0 、 C_i 为吸附前后亚甲基蓝质量浓度(mg/L); V 为亚甲基蓝模拟废水体积(L); m 为改性累托石用量(g)。

2 结果与讨论

2.1 改性累托石用量对吸附效果的影响

固定模拟废水初始质量浓度为 100 mg/L、搅拌时间为 60 min、转速为 200 r/min 时,在室温和不改变模拟废水 pH 值的条件下改变改性累托石用量为 0.5、0.75、1.0、1.25、1.5 g/L 废水进行试验,试验结果如图 2 所示。

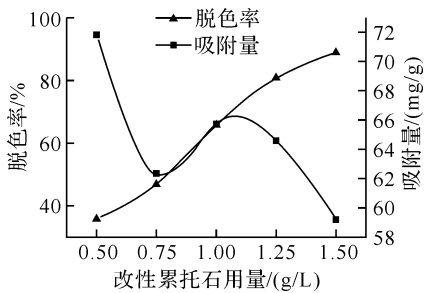


图 2 改性累托石用量对吸附效果的影响

Fig. 2 The influence of different dosage on adsorption
由图 2 可看出,随着改性累托石用量的增加,改性累托石对亚甲基蓝的吸附量并不成正比关系。当改性累托石用量为 0.5 g/L 废水时,其吸附量最大达 71.84 mg/g,但脱色率仅为 35.92%;而用量为 1.0 g/L 废水时吸附量为 65.75 mg/g,脱色率达 65.75%。因此综合考虑脱色率和吸附量的大小,试验选取改性累托石用量为 1.0 g/L。

2.2 吸附时间对吸附效果的影响

按 2.1 选取的试验条件,改变振荡吸附时间进行试验,试验结果如图 3 所示,由图 3 可知,试验开始前 60 min,吸附效率增长最快,脱色率达到 50.36%,此时吸附量为 50.36 mg/g,随吸附时间的延长,吸附速度明显变缓,吸附量增加缓慢,综合考虑吸附量脱色率和吸附速度,试验选取吸附

时间为 60 min。

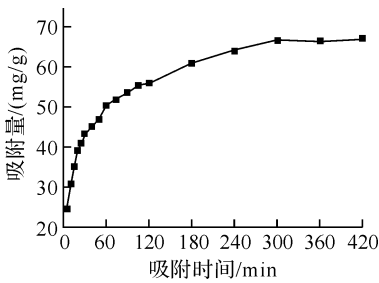


图 3 吸附时间对吸附效果的影响

Fig. 3 The influence of time on adsorption

2.3 pH 对吸附效果的影响

按 2.2 选取的试验条件,改变模拟废水 pH 值进行试验,试验结果如图 4 所示。

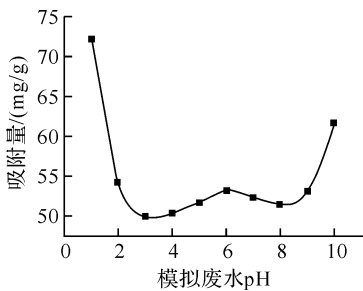


图 4 模拟废水 pH 对吸附效果的影响

Fig. 4 The influence of pH on adsorption

由图 4 可看出,在酸性和碱性条件下吸附效果明显,当 pH 为 1 时,累托石吸附量为 72.23 mg/L,当 pH=10 时,累托石吸附量为 61.70 mg/L,而 pH 为 6、9 时,吸附量为均 53.06 mg/L,此时 pH 与模拟废水 pH 值 5.86 相近,从处理经济成本考虑,故试验选取不改变模拟废水的 pH 值。

2.4 振荡速度对吸附效果的影响

振荡速度决定了吸附时的悬浮液均相性和吸附剂与吸附质的接触时间:振速太大,虽然溶液均相性较好,但减少了接触时间;振速太小,虽然增大了吸附剂与吸附质的接触时间,但悬浮液浓度不均匀,影响吸附质与吸附剂的接触频度。鉴于此,按 2.3 选取的试验条件,对不同振荡速度对吸附效果的影响进行试验,试验结果如图 5 所示。

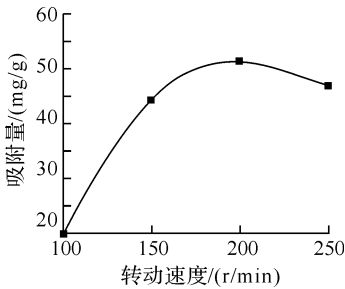


图 5 转速对吸附效果的影响

Fig. 5 The influence of vibration velocity on adsorption

从图 5 可看出,在振荡速度为 200 r/min 时,吸附效果最好,累托石吸附量为 50.9 mg/L. 因此,试验选取振荡速度为 200 r/min.

2.5 温度对吸附效果的影响

按 2.4 选取的试验条件,为有效说明累托石吸附亚甲基蓝的效果随温度变化的趋势,在模拟废水初始浓度分别为 50、100、150、200 和 250 mg/L 时,改变吸附处理温度进行试验,试验结果如图 6 所示.

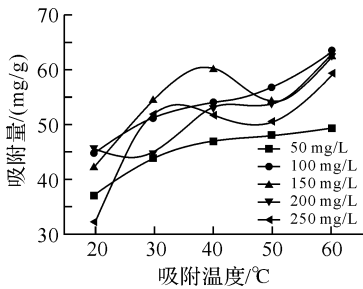


图 6 吸附温度对吸附效果的影响

Fig. 6 The influence of temperature on adsorption

由图 6 可见,除在较低质量浓度 50 mg/L 时,其余浓度条件下温度对吸附效果的影响曲线均呈“S”型,在 40 °C 和 60 °C 时,吸附量均高于其他温度,且在 60 °C 时,各种浓度下的吸附量趋近相同,为 63 mg/g.

从图 6 可看出,试验吸附的最佳温度为 40 °C,从处理经济成本考虑,试验中均选择室温 20 °C 进行试验.

2.6 电解质对吸附的影响

工业染料废水中由于缓释剂的添加,废水中往往含有大量无机电解质,为进一步模拟染料废水,分别试验了低浓度电解质 (Na_2SO_4) 浓度 0.005, 0.01, 0.05, 0.1 mol/L, 高浓度电解质浓度 (Na_2SO_4) 0.5 mol/L 时对累托石吸附亚甲基蓝的影响,结果见表 2.

表 2 不同电解质浓度时累托石对亚甲基蓝的吸附量

Table 2 Adsorption of rectorite in the conditions of different electrolyte concentration

电解质浓度/(mol/L)	0.005	0.01	0.05	0.1	0.5
累托石吸附量/(mg/g)	54.4	54.59	56.56	56.15	48.59

由表 2 中数据可以看出,低浓度的电解质浓度 (0.005~0.1 mol/L Na_2SO_4) 时,累托石对亚甲基蓝的吸附量并无明显变化,基本保持在 54 mg/g 以上,但电解质浓度提高到 0.5 mol/L 时,累托石对亚甲基蓝的吸附量略有减小. 由此说明低浓度的电解质对累托石吸附亚甲基蓝过程并无明显影响,而在高浓度时会对吸附过程稍有阻碍作用.

2.7 未改性累托石及改性累托石对亚甲基蓝吸附处理对比试验

对焙烧改性前后的累托石分别进行 SEM 扫描电镜观察其结构,得图 7、8.

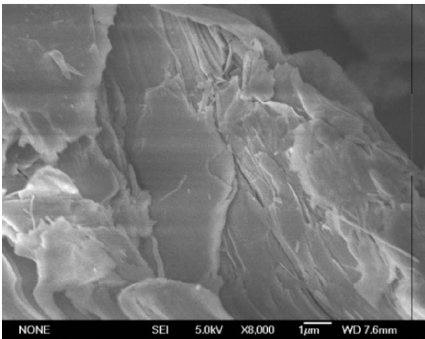


图 7 焙烧前累托石 SEM

Fig. 7 SEM of rectorite

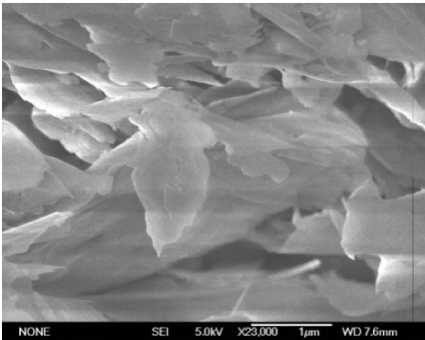


图 8 焙烧后累托石 SEM

Fig. 8 SEM of Roasting modified rectorite

从图 7、图 8 中可以对比看出,焙烧后的累托石片状层间结构的层间距明显大于改性前,焙烧改性后累托石有了大量的层间空隙,比表面积明显增大. 为证明改性前后吸附性的变化,进行如下对比试验.

在未改性累托石和焙烧改性累托石用量都为 1.0 g/L 废水、模拟废水初始质量浓度为 100 mg/L、搅拌时间为 60 min、转速为 200 r/min 时,在室温和不改变模拟废水 pH 值的条件下对模拟染料废水进行试验,未改性累托石对亚甲基蓝的吸附量仅为 24.75 mg/g,而焙烧改性累托石对亚甲基蓝的吸附量可达 67.1 mg/g. 说明用累托石处理亚甲基蓝模拟染料废水时,累托石的焙烧改性是非常必要的.

3 结 语

采用焙烧改性累托石处理染料模拟废水,得出改性累托石吸附处理亚甲基蓝模拟废水的最优条件为:废水质量浓度 100 mg/L 时,累托石最佳用量为 1.0 g/L,最佳吸附温度为 40 °C,有效吸附时间为 1 h,最适 pH 为 6.0,最佳搅拌速度为 200

r/min;当累托石用量为 1.0 g/L 废水、模拟废水初始质量浓度为 100 mg/L、搅拌时间为 60 min、转速为 200 r/min 时,在室温和不改变模拟废水 pH 值的条件下,焙烧改性累托石对模拟废水中亚甲基蓝的吸附容量为 67.10 mg/g,明显高于未改性累托石对亚甲基蓝的吸附量 24.75 mg/g;在进一步模拟真实废水的试验中发现,模拟染料废水中的电解质对改性累托石吸附亚甲基蓝过程影响较小.

参考文献:

[1] 王湖坤,张敏.累托石对印染废水处理的试验研究[J].印染助剂,2007,24(9):31-33.
[2] 张静,陈金毅,孙家寿,等.累托石/TiO₂ 复合材料的制备及其光催化性能研究[J].武汉工程大学学报,2010,32(6):35-38.
[3] 付忠田,郑琳子,赵菲菲,等.电化学法处理活性艳蓝 X-BR 模拟染料废水的研究[J].环境保护科学,2010,36(5):14-17,24.
[4] 赵军,宿程远,陈孟林,等.微波辐射-吸附催化法处理孔雀石绿染料废水的研究[J].工业用水与废水,2010,41(5):19-21.

[5] 刘芳芝,渠会丽,顾朝晖.组合臭氧氧化技术在染料废水处理中的应用[J].山西化工,2010,30(5):17-20.
[6] 丁绍兰,李郑坤,王睿.染料废水处理技术综述[J].水资源保护,2010,26(3):73-77.
[7] 陈婵维,付忠田,于洪蕾,等.染料废水处理技术进展[J].环境保护与循环经济,2010(4):37-40.
[8] 孙家寿,张蕾,陈伟亚,等.生物累托石处理生活污水试验研究[J].环保科技,2010,16(1):01-06.
[9] 苗晨,牟淑杰.改性累托石吸附处理含氰废水实验研究[J].科学技术与工程,2010,10(16):4096-4099.
[10] 徐振华,左莉娜,汤甜玉,等.聚羟基铝铁改性累托石处理低氟饮用水的应用研究[J].非金属矿,2009,32(1):77-81.
[11] 唐玉斌,郁防,陈芳艳.累托石/腐殖酸微球的制备及其对 Cr(VI)的吸附研究[J].环境工程学报,2009,3(6):1054-1058.
[12] 孙家寿,张蕾,陈伟亚,等.固定化化生物累托制备与表征[J].武汉工程大学学报,2008,30(3):51-56.
[13] 孙家寿,张泽强,刘羽,等.CTMAB 交联累托石吸附苯胺废水研究[J].离子交换与吸取附,2002(23):229-232.

Experiment on roasting modified rectorite adsorb dye simulation wastewater

CHEN Yun , WANG Ying -ru ,SUN Jia -shou ,LUO Jie ,DUAN Ying -shan ,CHEN Pei -pei
(School of Environmental and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Roasting modified rectorite was choosed for adsorbing dye simulation wastewater, and the influence of main factors, such as dosage, temperature, pH, wastewater concentration, time, vibration velocity, were discussed. The experimental result show that, the adsorption capacity of modified rectorite is 67.10 mg/g, which is under the condition of: 1.0 g/L dosage of rectorite, concentration of 100 mg/L simulation wastewater, stirring 60 mins at vibration velocity of 200 r/min and keeping the pH and temperature of simulation wastewater.

Key words: modified rectorite;adsorption;dye simulation wastewater;methylene blue

本文编辑:龚晓宁