

文章编号: 2095—0411 (2014) 01 - 0080 - 04

# 改性纤维球处理餐饮含油废水的实验研究<sup>\*</sup>

韩 娜<sup>1</sup>, 张凤娥<sup>1</sup>, 王 玲<sup>1</sup>, 郭 勇<sup>2</sup>, 李建勇<sup>2</sup>

(1. 常州大学 环境与安全工程学院, 江苏 常州 213164; 2. 万全县八达机械厂, 河北 张家口 075000)

**摘要:** 通过静态烧杯实验和动态模拟试验, 验证了改性纤维球可以有效吸附餐饮含油废水中的油脂, 探讨了改性纤维球的投加量、反应温度、pH 对处理效果的影响及其吸附周期。结果表明, 在投加量为 13.6 g/L, 碱性条件下, 温度为 30℃ 以上的条件下改性纤维球的除油率最高达到 90.74%, 可以运行 8h。动态模拟实验周期为 4h, 最高除油率为 39.45%。改性纤维球在吸附饱和后可以经简单的方法再生恢复其吸附性能, 再生后的除油率高达 78.88%。

**关键词:** 餐饮废水; 改性纤维球; 吸附性能; 动态模拟

中图分类号: X 703

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.2095—0411.2014.01.018

## Experimental Study on Treatment and Adsorption of Restaurant Wastewater Using Modified Fiber Ball

HAN Na<sup>1</sup>, ZHANG Feng-e<sup>1</sup>, WANG Ling<sup>1</sup>, GUO Yong<sup>2</sup>, LI Jian-yong<sup>2</sup>

(1. School of Environmental and Safety Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, China;  
2. Wanquan County BaDa Machinery Factory, Zhangjiakou 075000, China)

**Abstract:** Through static beaker experiment and dynamic simulation experiment, it is confirmed that the modified fiber ball can effectively adsorb oil in the catering oily wastewater and the affect of modified fiber ball dosage, reaction temperature and pH on the treatment effect and adsorption cycle is probed. The results showed that oil removal rate of modified fiber ball can reached 90.74%, under the alkalin conditions with the dosage 13.6g/L and the temperature above 30℃, and the balls can be continuously work for 8h. The dynamic simulation cycle is 4hs; the optimal oil remove rate reached 39.45%. The modified fiber ball can regenerate by a simple method after the adsorption saturation. Oil removal rate of the regenerated ball is as high as 78.88%.

**Key words:** restaurant wastewater; modified fiber ball; adsorptive property; dynamic simulation

随着餐饮行业的快速发展, 餐饮含油废水的排放量越来越大, 餐饮含油废水中有机成分较多, 含油量高, 成分复杂, 排放量波动很大, 未经处理直接排放的餐饮含油废水, 不仅会增加城市污水处理厂的负荷, 而且会影响城市排水管网的过水能

力。餐饮含油废水排入水体后, 还会引起水体的富营养化, 威胁环境和人类健康, 所以餐饮含油废水的处理迫在眉睫<sup>[1]</sup>。目前, 吸附法、空气浮选法、电化学技术、固定化脂肪酶分解法、微生物法、凝聚和絮凝和膜处理工艺等都被用来进行处理餐饮含

\* 收稿日期: 2013 - 05 - 20

基金项目: 2013 年张家口市科技计划项目 (工业支撑) (1311028B)

作者简介: 韩娜 (1987—), 女, 河南商丘人, 硕士生; 通讯联系人: 张凤娥。

油废水<sup>[2]</sup>。吸附法以工艺简单快捷的特点, 被许多研究者利用, 吸附剂多为活性炭、硅藻土和膨润土等, 但这些吸附剂价格偏高, 涤纶纤维作为一种高吸油树脂材料, 由于具有比表面积大、吸油种类多、吸油速率快、吸油而不吸水、废水处理效果好、价格低廉等特点, 具有广阔的改性应用前景<sup>[3]</sup>。本文针对餐饮含油废水的特点, 尝试使用经过改性的纤维球处理餐饮含油废水。

## 1 实验部分

### 1.1 改性纤维球

改性纤维球纤维丝的独特处理工艺的主要流程如下: 清洗处理—高温药剂浸泡—常温真空浸润—中高温蒸烤—冷却整理等过程。改性纤维球与普通纤维球的主要性能参数如下: 改性纤维球纤维丝的纤度为 4~6g/d, 外观呈乳白色放射状球体, 外径平均为 36mm, 空隙率达到 96%, 比表面积约为 3 500m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>; 普通纤维球纤维丝的纤度为 3~4g/d, 外观呈乳白色放射状球体, 外径平均为 30mm, 空隙率为 90%, 比表面积约为 2 800m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>。与普通纤维球相比, 改性纤维球具有纤维丝柔软有弹性, 比表面积大, 空隙率高的特点。

### 1.2 实验废水及仪器

实验仪器: IR - 200A 红外三波数测油仪。  
实验废水: 餐饮废水是收集自学校食堂的洗涤水, 废水的 pH 为 6~7, 含油量为 184.6~501.2mg/L。

### 1.3 实验方法

取 500mL 的餐饮废水置于 1 000mL 烧杯中, 投加纤维球, 在投加量、温度和 pH 值一定的条件下处理, 使吸附剂与废水充分接触, 一定时间后, 取上清液测定含油量。

## 2 结果与讨论

### 2.1 静态实验

#### 2.1.1 改性与普通纤维球除油性能的比较

取改性纤维球与普通纤维球等量, 按照 1.3 试验方法, 在相同的实验条件下测定油脂的去除率, 考察改性纤维球与普通纤维球吸附性能的不同, 结果图 1 所示。

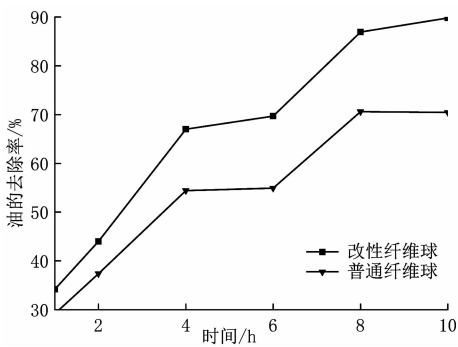


图 1 改性与普通纤维球的吸附性能对比曲线

Fig. 1 Adsorption contrast curve for modified fiber ball and ordinary fiber ball

由图 1 可以看出: 与普通纤维球相比, 改性纤维球具有很好的吸附除油能力, 除油率约提高 20%, 而且吸附时间越长除油率越好, 当吸附时间大于 8h 时, 除油率可以再提高 20%。

#### 2.1.2 改性纤维球投加量对吸附性能的影响

为了测试其改性后的性能及其影响因素, 按照 1.3 实验方法, 仅改变改性纤维球的投加量, 考察改性纤维球投加量对处理效果的影响, 结果如图 2 所示。

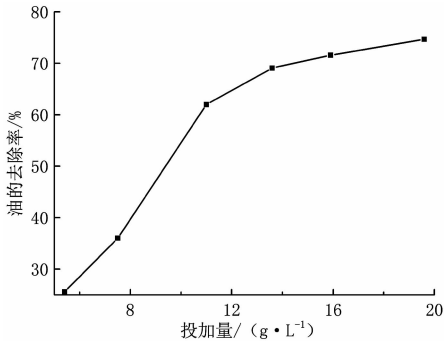


图 2 改性纤维球的投加量对吸附性能的影响

Fig. 2 Effect of modified fiber ball dosage on adsorption

由图 2 可以看出, 随着投加量的增大, 改性纤维球的除油率增大。这是由于投加量增大, 处理过程中吸附点位数量增加<sup>[4]</sup>, 有机物和油脂与材料位点接触几率提高, 改性纤维球吸附油脂的表面积增大, 所以吸附去除效果好。投加量为 13.6g/L 时的除油率最大, 但随着投加量的继续增大, 改性纤维球的除油率提高逐渐变小, 这是因为吸附点位数量增加到一定程度之后, 吸附位点达不到吸附饱和, 所以除油率的变化减小。

#### 2.1.3 pH 对改性纤维球吸附性能的影响

按照 1.3 实验方法, 相同条件下吸附处理 8h, 用 0.1mol/L 的盐酸和氢氧化钠调节废水 pH, 考察 pH 对改性纤维球吸附性能的影响, 结果如图 3 所示。

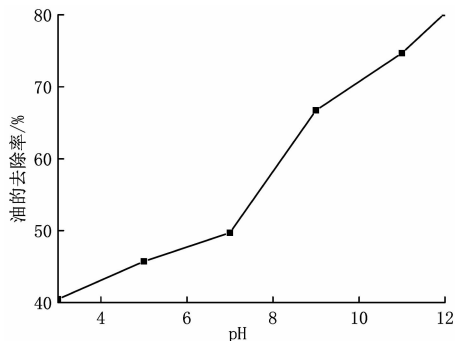


图 3 pH 对改性纤维球吸附性能的影响

Fig. 3 Effect of pH on adsorption of modified fiber ball

由图 3 可以看出，改性纤维球的除油率受 pH 影响较大，中性或酸性条件下除油率较低，仅达到 40%~50%，除油率随着 pH 的增大而增大，与其它的一些吸附剂所需的环境条件有所不同<sup>[5-6]</sup>，这是由于在酸性环境中， $H^+$  占据了吸附剂的吸附位，与带负电性油珠产生了竞争吸附<sup>[7]</sup>，对除油效果不利。当溶液在碱性范围时，吸附剂存在对负电性油珠的吸附，碱性越强，对负电性油珠的吸附能力越强。

#### 2.1.4 温度对改性纤维球吸附性能的影响

按照 1.3 实验方法，相同条件下吸附处理 8h，调节废水不同温度，考察温度对改性纤维球吸附性能的影响，结果如图 4 所示。

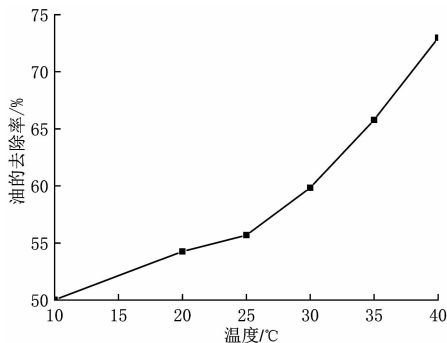


图 4 温度对改性纤维球吸附性能的影响

Fig. 4 Effect of temperature on adsorption of modified fiber ball

由图 4 可以看出，30℃之前温度对除油性能的影响不大，去除率在 50%~60%之间；30℃以上的去除率受温度影响很大，水温升高 10℃，去除率从 59.83%提高到 75%，可以看出油脂在改性纤维球上的吸附是吸热反应，高温有利于吸附，因此控制处理水温显得尤为重要。

#### 2.1.5 改性纤维球的静态吸附周期

取 8.1g 改性纤维球投加到废水中，在最佳条件下进行吸附处理，每隔 2h 取样，测定含油量，考察改性纤维球的吸附周期，结果如图 5 所示。

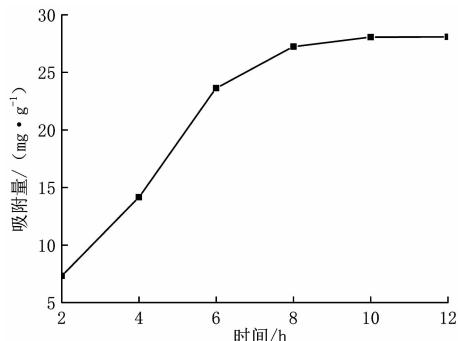


图 5 改性纤维球的吸附周期

Fig. 5 Adsorption cycle for modified fiber ball

由图 5 可知，改性纤维球在 8h 之后的吸附量变化不大，可以看做吸附饱和，在实际应用中应在 8h 后清洗改性纤维球。

#### 2.1.6 改性纤维球再生前后吸附性能对比

将达到吸附饱和的含油改性纤维球进行水冲洗和简单挤压处理，然后再进行吸附除油实验，测试其再生后的处理效果，考察再生前后的改性纤维球的除油率对比，结果如图 6 所示。

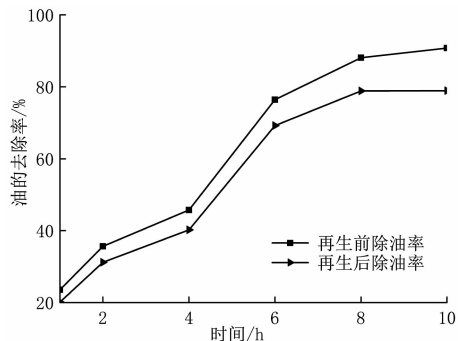


图 6 处理前后的改性纤维球的除油性能的比较

Fig. 6 Adsorption contrast curve for modified fiber ball before and after treatment

由图 6 可以看出，再生后的改性纤维球的除油率很好，有很好的除油性，可以再次进行餐饮含油废水的处理，实现循环利用。

## 2.2 动态模拟实验的吸附周期

取数份等量餐饮含油废水分别置于 1 000mL 的烧杯中，分别标记，取一定质量的改性纤维球投到 1#废水中，按照试验方法处理 2h，取出纤维球，再放入 2#废水中，相同条件下处理 2h，并依次放入后面的废水中，测定各烧杯中油的含量。即可得动态模拟吸附的周期，结果如图 7 所示。

由图 7 可以看出，在动态模拟吸附过程中，8h 之后改性纤维球的除油效果较小，且趋于平缓，即达到吸附饱和，但 4h 后除油率较低，实际应用意义不大。水体处理周期 4h，最高除油率在

39.45%左右, 相对静态较低, 这是因为动态模拟实验是在常温下进行的, 温度低于静态实验, 由温度实验可以看出, 高温利于改性纤维球的吸附, 因此动态模拟实验中的除油率低于静态实验。

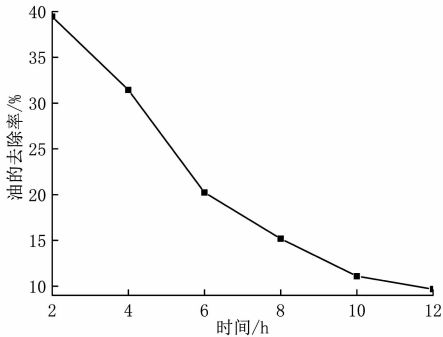


图 7 动态模拟的吸附周期

Fig. 7 Adsorption cycle for dynamic simulation

### 3 结 论

(1) 改性纤维球比表面积大, 有利于废水中油粒的吸着, 吸附力较强, 有良好的亲油性和多孔结构, 由实验结果可知, 改性纤维球比普通纤维球的吸油量高出 20%, 而且吸附时间越长约好, 吸附时间大于 8h 的除油率达到 90%。

(2) 在影响因素的实验中, 由去除率的变化趋势可知 pH 和温度对吸附除油性能的影响较大, 在实际应用中应在碱性环境下, 温度为 30℃ 以上。可以得出除油的最佳条件是: 投加量为 13.6g/L,

在碱性条件下, 温度为 30℃ 以上, 处理周期为 8h。

(3) 改性纤维球的一个特点是可以重复利用, 将达到吸附饱和的改性纤维球进行处理, 再次用来废水处理, 吸附除油率仍然能够达到 78.88%, 可以实现循环利用。

(4) 在动态模拟实验中, 吸附处理 4h 之内, 除油率均高于 30%。

### 参考文献:

[1] 江小林, 刘平. 餐饮含油废水处理的发展与展望 [J]. 山西建筑, 2008, 34 (31): 182 - 183.

[2] 丛俏, 赵晓明, 曲蛟. 固定化生物活性炭纤维处理餐饮污水 [J]. 工业用水与废水, 2007, 38 (4): 43 - 45.

[3] 张建国, 王世和, 蒋达华, 等. 改性纤维球处理炼油废水的应用研究 [J]. 安全与环境工程, 2007, 14 (3): 47 - 49, 53.

[4] Shariff Ibrahim, HaMing Ang, Shaobin Wang. Removal of emulsified food and mineral oils from wastewater using surfactant modified barley straw [J]. Bioresource Technology, 2009, 100 (23): 5744 - 5749.

[5] 张凤娥, 赵洪键, 董良飞, 等. 前处理与核桃壳吸附耦合处理餐饮废水的实验研究 [J]. 中国农村水利水电, 2012 (6): 19 - 21.

[6] 张凤娥, 魏静奎, 李飞, 等. 改性磁性材料处理餐饮废水的研究 [J]. 中国给水排水, 2010, 26 (7): 93 - 95.

[7] 曹明礼, 王慧娟, 雷云, 等. 改性膨润土对水溶液中 Zn (II) 吸附作用研究 [J]. 非金属矿, 2001, 24 (6): 45 - 46.