

微波辐射辅助破乳水处理工艺

曹海雷, 王 鹏*, 杨 蕾, 田 艳, 张 威

(哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 绿色化学与技术研究中心, 黑龙江哈尔滨 150090)

摘 要: 以某汽车发动机制造有限公司排放的铸铁乳化废水为处理对象, 研制了新型破乳剂 A 并辅以微波辐射, 解决了原破乳工艺中存在的破乳效果差, 效率低, 出水 COD 超标等问题。考查了微波辐射功率、辐射时间、静置时间以及废水 pH 值对破乳效果的影响, 确定了最佳的破乳工艺条件: 采用破乳剂 A 使废水 pH 值为 2~3, 在微波功率 600 W 下辐射处理 1 min 后, 室温下静置 1 h。在此工艺条件下, COD 去除率高达 70% 以上。通过对水样初始 COD 值对破乳效果的研究, 发现微波辐射处理乳化废水具有较好的耐冲击负荷的能力。通过对水样的粘度、油珠粒径分布、zeta 电位等参数的分析考查, 探讨了微波辅助化学破乳的反应机制。

关键词: 微波; 破乳; 机制

中图分类号: X52

文献标识码: A

Technology of Microwave - Assisted Demulsification in Water Treatment

CAO Hai-lei, WANG Peng*, YANG Lei, TIAN Yan, ZHANG Wei

(Research Center for Green Chemistry and Technology, School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin Heilongjiang 150090, P. R. China)

Received 22 September 2006; revised 25 September 2006; accepted 25 September 2006

Abstract: A demulsifier A was developed and a new technology of microwave - assisted demulsification was proposed in order to deal with the emulsion wastewater generated from an automotive engine manufacturing company in Harbin. The optimum condition is as following: demulsifier A is added properly, pH range is 2~3, microwave power is 600 W, irradiation time is 1 min, settling time is 1 h. In this way, COD removal rates of wastewater from cast iron can come up to 70%~75%. Further research shows that initial COD do not affect the process obviously. In addition, the mechanism of microwave - assisted demulsification was studied by measuring viscosity of the sample, size distribution of oil droplets and zeta potential.

Key words: Microwave; Demulsification; Mechanism

Corresponding author. Tel.: +86-451-86283801; fax: +86-451-86283801; e-mail: pwang73@hit.edu.cn

在切削、研磨、压延等机械加工过程中会产生大量水包油型(O/W)含油乳化废水, 其主要成分为机械油或矿物油、乳化剂、润滑防腐剂、消泡剂、可溶性有机物和固体悬浮物等。该废水较难处理^[1-3], 直接排放会使水质恶化变臭, 破坏水资源的应用价值^[4]。

将微波辐射技术^[5-6]取代传统加热的方法用于去除废水中的有机污染物是 20 世纪 80 年代后期兴起的一项新技术, 其特点是快速、高效。Klaila 等

人首次提出采用微波加热技术进行油水分离, 取得了较好的效果。

本文采用微波辅助化学破乳技术处理含油乳化废水, 并对其反应机制进行了研究探讨。

1 研究方法

实验用水: 将铸铁乳化油直接加入水中, 搅拌分散, 配制成体积分数为 1% 的乳化液水样。该水样呈半透明状, COD 值为 19 000~20 000 mg/L, pH 为 9.2 左右。

实验方法: 取铸铁模拟乳化废水 150 mL 于 250 mL 锥形瓶中, 加入适量的破乳剂 A, 调节水样的

收稿日期: 2006-09-22

作者简介: 曹海雷(1983-), 男, 江苏江阴市, 在读博士。

* 通讯联系人。

pH。然后将盛有水样的锥形瓶置于微波炉中以一定功率辐照一定时间,取出,室温下静置。主要实验仪器见表 1。

表 1 主要实验仪器

仪器	规格及型号	生产厂家
COD 测定仪	HH-5	江苏电分析仪器厂
精密 pH 计	pHS-3C	上海雷磁仪器厂
红外光谱仪	SPECTRUM ONE	美国 PE 公司
毛细管粘度计	内径 0.38 mm	上海启航玻璃仪器厂
纳米粒度分析仪	Zetasizer 3000HS	英国 Malvern 仪器有限公司

2 结果与讨论

2.1 微波功率和辐射时间对破乳效果的影响

实验结果见图 1,随着辐射时间的增长,水样 COD 去除率逐渐升高,并趋于稳定。在此过程中,微波与破乳剂 A 发生了协同作用,在微波热能作用下,破乳剂分子运动加剧,击破界面膜,破坏了乳化剂的稳定作用。

对照图 2 的水样在微波场中的温升情况也可以发现,当水样温度接近 60 ℃ 时,破乳效果才有明显改善,说明温度对破乳效果影响较大。同时,微波功率较高时,升温速率较快,需要辐射的时间较短。从处理效果和效率考虑,选取微波功率为 600 W,辐射时间为 1 min 作为水样的破乳处理条件。

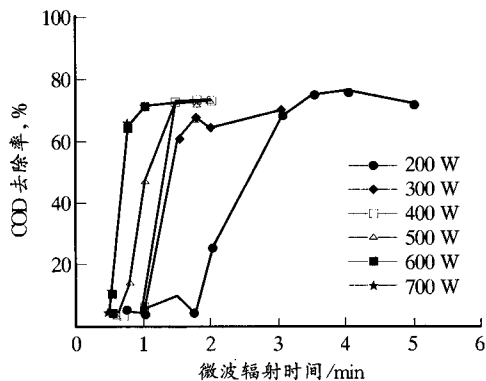


图 1 微波功率和辐射时间对破乳效果的影响

2.2 静置时间对破乳效果的影响

实验结果见图 3,在静置超过 1 h 后,COD 去除率随静置时间的变化并不明显,基本稳定在 75% 左右。微波破乳之后,油-水界面即被破坏,油珠开始积聚、凝并,1 h 即可完成整个聚集、凝并过程。

2.3 废水 pH 对破乳效果的影响

实验表明,废水 pH 较低时,处理后的水样比较

澄清,破乳效果较好;pH 较高时,处理后的水样呈乳白色,破乳效果较差。由图 4 可以看出,pH 小于 2.9 时,处理效果基本相同,COD 去除率稳定在 70% 以上,最高达到 74.6%。这说明在强酸性条件下,微波与破乳剂的协同作用较好。

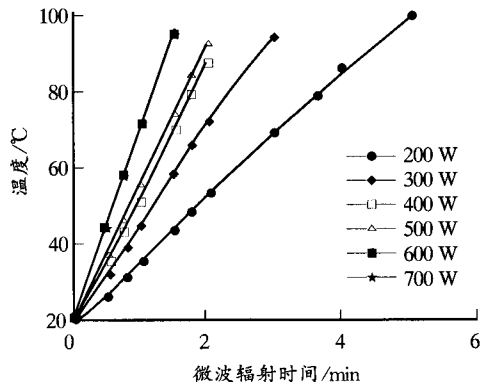


图 2 不同微波功率下的升温曲线

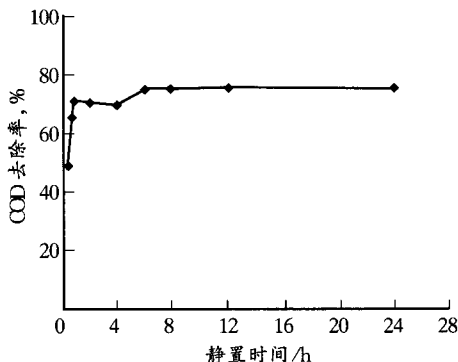


图 3 静置时间对微波辅助破乳效果的影响

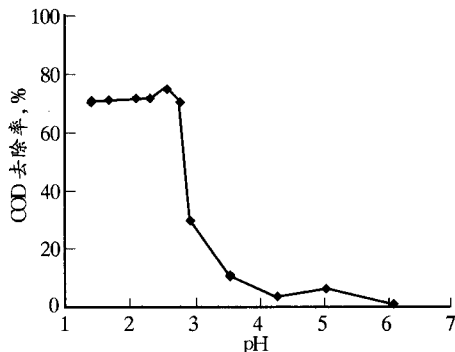


图 4 废水 pH 对微波辅助破乳效果的影响

2.4 水样初始 COD 值对破乳效果的影响

实验结果见图 5,初始 COD 值不同的乳化废水在同一静置时间下 COD 的去除率有所不同。初始 COD 值越高,COD 去除率越大,破乳效果越好;初始 COD 值较低时,COD 去除率略有下降,但仍能达到 60% 以上。静置 4 h 时,这 5 种不同初始 COD 浓度的乳化废水的 COD 去除率均能达到 60% 以上。表明微波辅助处理乳化废水工艺具有良好的抗冲击

性,在实际应用中,该工艺可以适应水质变动的影响。

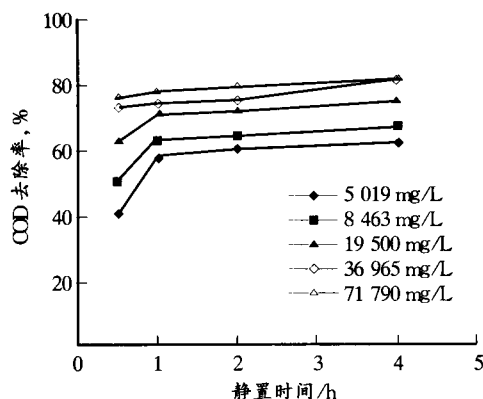


图5 初始COD值对微波辅助破乳效果的影响

2.5 破乳机制初探

对最优工艺条件下的破乳废水测定了其粘度、油珠平均粒径及 Zeta 电位,结果见表2。

实验结果表明,破乳后的废水在粘度计中停留

时间缩短,表明其粘度降低,油珠平均粒径增大,Zeta 电位也降低,由此可以证明微波辐射在破乳中主要有以下两个作用^[5-6]:

(1)微波加热后,水样粘度显著降低,促使油珠碰撞的机会增加,使油滴积聚增大,加速了油滴上浮的速率;而粘度降低又促进水样在微波场中的致热效应,因而油和水的分离时间可以大大缩短。

(2)施加微波后,极性水分子反复旋转,破坏了原来油-水界面的双电层结构,促使 zeta 电位急剧降低,使油珠聚合的机会增加,从而也加速了破乳。

表2 破乳前后各参数变化

状态	停留时间/	油珠平均粒径/	Zeta 电位/
	s	nm	mV
乳化废水	128.36	39.6	-66.4
破乳后废水	122.62	323.1	20.0

参 考 文 献

- [1] 闫莉,杨昌柱.乳化含油废水处理研究方法[J]. 化学与生物工程, 2003 (6):9-1.
- [2] 成文,赵立和,曾丽璇,等.乳化液废水处理技术的实验研究[J]. 华南师范大学学报:自然科学版,2002(1):108-112.
- [3] 李正要,汪莉,宋存义,等.乳化液废水处理方法[J]. 北京科技大学学报,2003,25(3):203-206.
- [4] Kocherginsky N M, Tan C L, Lu W F. Demulsification of water-in-oil emulsions via filtration through a hydrophilic polymer membrane[J]. Journal of membrane science,2003,220:117-128.
- [5] 金钦汉,戴树珊,黄卡玛.微波化学[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [6] 王鹏. 环境微波化学技术[M]. 北京:化学工业出版社,2003:1-42.

(Ed.: ZZH,Z)