

Research on Parameters of Purification and Repair Process for Equipment Manufacturing Emulsion

Hongjian Fei¹, Zhi Xu¹, Qingzhi Fei^{1,2}, Fei Ma¹

¹College of Environmental and Chemical Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian Liaoning

²Dalian Zhijie Environmental Engineering Co., Ltd., DaLian Liaoning

Email: 601104816@qq.com

Received: Mar. 21st, 2018; accepted: Apr. 9th, 2018; published: Apr. 16th, 2018

Abstract

The repaired process of incompleting coagulation was used to be as treatment method of metal cutting fluid wastewater, and the optimum reaction conditions were screened out. The experimental results show that the best results are for the PAC coagulant and for the PAM as coagulant aid, adding 0.15 mL PAC and 0.05 mL PAM per 50 mL emulsion is the best coagulation repairing condition. According to the national standard method of testing, the metal processing liquids which have been purified and regenerated meet GB6144-2010, including antifoaming performance, antirust, anticorrosive performance, stability performance, the filtering quality and other performances.

Keywords

Emulsion, Incompleted Coagulation, Purification and Repair

装备制造乳化液净化修复过程参数研究

费洪剑¹, 许芝¹, 费庆志^{1,2}, 马飞¹

¹大连交通大学 环境与化学工程学院, 辽宁 大连

²大连志洁环境工程有限公司, 辽宁 大连

Email: 601104816@qq.com

收稿日期: 2018年3月21日; 录用日期: 2018年4月9日; 发布日期: 2018年4月16日

摘要

采用不完全混凝工艺对装备制造在线使用乳化液进行修复, 筛选出最佳的工艺反应条件。结果表明, 最

佳效果为以PAC为混凝剂，PAM为助凝剂，每50 mL乳化液添加0.15 mL PAC和0.05 mL PAM，为最佳混凝修复条件。经该工艺修复后的乳化液消泡性、防锈性、防腐性、稳定性、过滤性能等指标满足GB6144-2010要求以及乳化液使用标准。

关键词

乳化液，不完全混凝，净化修复

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

乳化液在金属加工过程中使用广泛，主要通过冷却、润滑、清洗和防锈等作用改善工件表面质量，提高加工精度，延长刀具寿命，提高工件表面的防锈能力[1]。乳化液的冷却、润滑、清洗和防锈等功能的失效由不同的原因造成[2] [3] [4]。其失效后的废液一旦不经处理排放将会严重污染环境。乳化液处理难度大，针对它的研究从未停止。美国马斯达化学公司在70年代首创了水基乳化液净化再生概念，现已反复提炼为冷却液管理的“量体裁衣程序”。俄罗斯研制出一种以破碎悬浮物个体粒径大小为净化方法的乳化液净化处理装置。他们以转子-定子系统为基础，根据流动乳化液在通过变截面的孔时具有较大压力降和速度梯度声空现象的原理，在装置运行一段时间后能将乳化液中微粒粒径破碎到0.8~1.2 μm [5]。德国HKS(海克斯)技术有限公司研制出用离心力液体中的颗粒的沉降速度加速到两千五百倍的新型离心分离设备。在如此高速离心作用下，即使微米级颗粒也能有效分离出来，在不同的液体和不同的流速下，1~3 μm 级的颗粒也能被分离[6]，从而获得高纯净度的液体。

武钢研制出一套磁滤乳化液装置，用该装置去除轧钢过程所使用乳化液中含铁悬浮物，原水铁份含量达400 mg/L，经过该装置的磁滤作用后乳化液铁份含量低于70 mg/L。从颜色上看，净化前的乳化液的“泥浆水”变成了净化后的乳白色[7]。

本文对乳化液再生工艺流程装置的加药量和循环时间等方面进行研究，实验结果将为乳化液净化修复循环工艺的研究提供参考。

2. 实验部分

2.1. 实验用乳化液指标

实验用乳化液：大连某汽车零部件企业乳化液，其指标如表1所示下：

2.2. 实验指标及检测分析方法

本次实验的实验指标及检测分析方法如表2所示：

2.3. 仪器与试剂

主要仪器：100 mL 烧杯、玻璃棒、胶头滴管、1 L 烧杯、1 L 容量瓶、50 mL 比色管、移液管、消解罐、锥形瓶、铁架台、酸式滴定管、漏斗、电子天平、定性滤纸、PHS-3C 型 pH 仪、DDS-11A 数显电导率仪、DHG-9030A 型电热恒温鼓风干燥箱、KDB-III COD 微波消解仪。

Table 1. The experimental emulsion index**表 1.** 实验用乳化液指标

pH值	电导率 (mS/cm)	COD (mg/L)	细菌总数 (个/mL)	含油量 (mg/L)	SS (mg/L)	过滤性能 (min)
9.15	3.46	54,900	7.4×10^6	528	890	—

Table 2. The experimental indexes and methods of detection and analysis**表 2.** 实验指标及检测分析方法

分析指标 Analysis index	测定方法 Determination method
pH	PHS-3C 型 pH 仪
电导率($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	DDS-11A 数显电导率仪
COD ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	重铬酸钾法
细菌总数($\text{个}\cdot\text{mL}^{-1}$)	平皿计数法
含油量($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	紫外分光光度法
SS ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	重量法
过滤性能($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$)	—
乳化液性能指标	GB6144-2010

试剂: 重铬酸钾、硫酸-硫酸银、试亚铁灵指示剂(均为分析纯); 阴离子 PAM 聚丙烯酰胺(浓度: 0.1%、 $1 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$)、PAC 聚合氯化铝(浓度: 1%、 $10 \text{ mg}\cdot\text{mL}^{-1}$), 工业品。

3. 结果与讨论

3.1. 化学混凝对乳化液修复

本实验是在尽可能不破乳的情况下(即不完全化学混凝条件下), 通过添加不同量的混凝剂和助凝剂, 使乳化液中细小悬浮物、杂油、粘稠物等凝聚成较大颗粒, 继而通过气浮分离出体系。确定破乳的临界点, 保证乳化液没有破乳是本实验的关键之一。取一个 50 mL 的比色管, 加入乳化液至刻度线, 依次加入混凝剂 PAC (聚合氯化铝), 加量梯度为: 0.05 mL、0.1 mL、0.15 mL、0.2 mL、0.25 mL、0.3 mL; 静置 2 小时观察是否破乳, 如果已破乳, 则重复加入更少量来确定破乳极限。经观察初步确定, 当加入 PAC (聚合氯化铝): 0.3 mL 乳化液已经开始破乳。

将五个 50 mL 的比色管中取相同量的乳化液, 通过控制 PAC 加入量, 分别加入 0.05 ml、0.1 ml、0.15 ml、0.2 ml、0.25 ml。分别测定各比色管中的 ss、过滤性、电导率、COD。

3.1.1. 化学混凝对乳化液 ss 去除率的影响

由图 1 可知, 在不完全混凝过程中随着加入混凝剂体积的增加, 乳化液中悬浮物去除率总体呈上升趋势。在 50 mL 乳化液中加入 0.15 mL PAC, 去除率高达 80%; 固定加入 0.15 mL PAC, 考察加入 PAM 的量, 结果为: 在 50 mL 乳化液中加入 0.05 mL PAM 时去除效果已经很明显, 去除率高达 90%。

3.1.2. 化学混凝对过滤性能的影响

由图 2 可知, 乳化液在混凝前后过滤性能变化很大。净化前的乳化液比较粘稠, 过滤性能很差, 滤液速率非常慢; 而随着混凝剂添加量的增加, 乳化液过滤时间逐渐变短, 性能得到明显提升, 当混凝剂添加量在 0.15 mL 之后, 过滤时间逐渐趋于稳定。这是由于随着过滤体积的不断增加, 乳化液残存的悬浮物质在过滤过程中逐渐堆积在滤纸上, 堵塞了滤纸的孔径, 大大影响了滤纸的通透性。过滤性能越好, 反映乳化液中杂质越少, 乳化液性能越好。同时, 固定加入 0.15 mL PAC, 考察加入 PAM 的量。

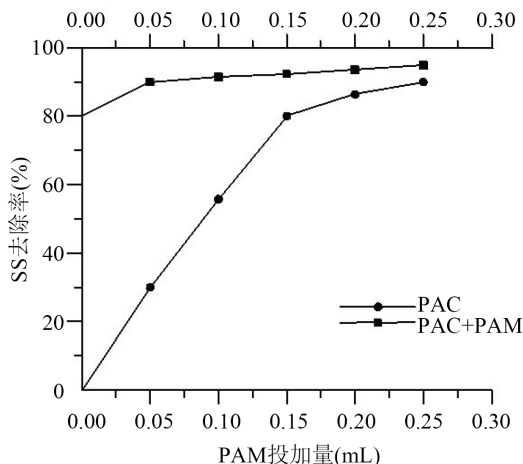


Figure 1. Effect of flocculant dosage on the removal rate of SS in waste emulsion

图 1. 混凝剂加量对乳化液中 SS 去除率的影响图

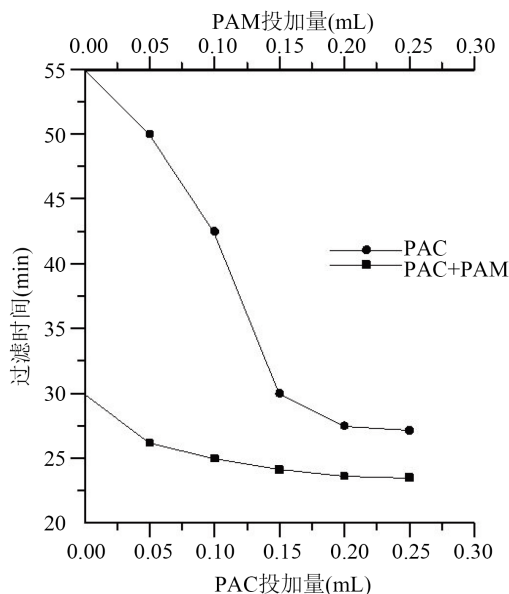


Figure 2. Effect of flocculant addition on filtration performance

图 2. 混凝剂加入量对过滤性能的影响

3.1.3. 化学混凝对电导率的影响

由图 3 可知，在絮凝过程中随着混凝剂量的增加，乳化液电导率首先呈现上升趋势，这是由于絮凝过程中溶液自由活动离子增多，之后稳定不变。乳化液在没加混凝剂前电导率较高，对使用性能影响较小，但电导率过高会影响乳化液稳定性，所以，混凝剂加量应尽量少。同时，固定加入 0.15 mL PAC，考察加入 PAM 的量。

3.1.4. 化学混凝对乳化液 COD 的影响

由图 4 可知，在不完全混凝过程中随着混凝剂量的增加，每 50 mL 乳化液在加入 0.15 mL 混凝剂，COD 去除率在 7% 左右；希望整个不完全混凝过程中 COD 去除率维持在 10% 以内，尽量保留乳化液中有

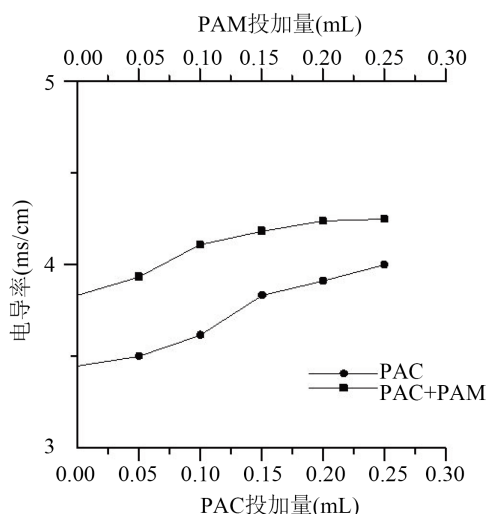


Figure 3. Effect of flocculant addition on electrical conductivity

图 3. 混凝剂加入量对电导率的影响

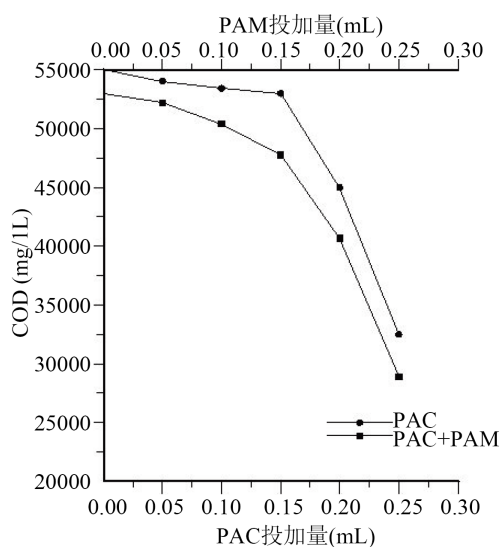


Figure 4. Effect of the amount of flocculant on the COD of waste emulsion

图 4. 混凝剂加入量对乳化液 COD 的影响

效成分不被去除，加入混凝剂目的用于凝聚乳化液中细小颗粒物与其中的粘稠物，改善过滤性能，而不是破乳降低 COD。实验同时，固定加入 0.15 mL PAC，考察加入 PAM 的量。

3.2. 乳化液净化修复装置对乳化液修复最佳工艺参数的确定

乳化液净化修复装置有效体积：300 L。调节控制溶气压力维持在 0.4 Mpa 范围内，压力由压力表显示；调节控制混凝剂 PAC 加量在 $30 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ，助凝剂 PAM 加量在 $1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ，控制气动隔膜泵进乳化液流量为 $300 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ ，气液混合泵进乳化液流量为 $500 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ (内循环)，此时循环周期为 1 小时(只在第一次乳化液时加药剂)。每循环一次即每隔一小时取样一次，检测乳化液 pH、电导率、细菌总数等指标，循环运行 3 小时，确定设备最佳工艺参数。

3.2.1. 乳化液净化再生工艺流程示意图

- 1) 示意图如图 5 所示:
- 2) 乳化液净化修复装置构成:

图中: 1、吸水管, 2、调节阀, 3、气动隔膜泵, 4、调节阀, 5、污水流量计, 6、调节阀, 7、取样阀, 8、压力表, 9、调节阀, 10、污水管, 11、pH 调节剂药箱, 12、pH 调节剂计量泵, 13、调节阀, 14、pH 加药管, 15、PAC 药箱, 16、PAM 药箱, 17、PAC 计量泵, 18、调节阀, 19、加药管, 20、PAC 计量泵, 21、加药管调节阀, 22、PAC 加药管, 23、PAM 计量泵, 24、调节阀, 25、PAM 加药管, 26、斜板 PAM 计量泵, 27、PAM 计量泵, 28、PAM 加药管, 29 气液混合泵, 30、溶气水进水管, 31、调节阀, 32、连接管, 33、臭氧发生器, 34、溶气水出水管, 35、调节阀, 36、溶气水流量计, 37、调节阀, 38、取样阀, 39、压力表, 40、调节阀, 41、溶气水支管, 42、管道混合反应器, 43、连接管, 44、混合反应出口, 45、溶气水支管, 46、调节阀, 47、溶气水流量计, 48、调节阀, 49、压力表, 50 调节阀, 51、出水管, 52、连接管, 53、二次混凝剂与溶气水出口, 54、固液分离设备, 55、一级分离区, 56、二级分离区, 57、一级分离区污水出口导流板, 58、刮渣机, 59、刮渣板, 60、浮渣槽, 61、排渣口, 62、穿孔集水管, 63、高位排水管, 64、低位排水管, 65、电磁阀, 66、集水箱, 67、紫外灯, 68、出水管, 69、调节阀, 70、支腿, 71、净化再生出水管。

3.2.2. 乳化液 pH 值受循环时间影响

每循环 1 小时取一次水样, 通过 pH 计即时测出 5 次水样的 pH 值, 得到 pH 值与循环时间的关系, 由图 6 可知, 随着循环时间的增加 pH 总体变化是先降低后趋于稳定不变。循环净化第 1 小时 pH 降低 0.4 单位左右, 之后稳定在 8.6 左右。使用的混凝剂是聚合氯化铝, 药剂本身呈弱酸性, 因此在向废水中加入了少量混凝剂后 pH 略微下降, 在持续循环后体系中酸碱度趋于稳定状态, 保持在乳化液使用要求范围内(pH 值 8~10)。

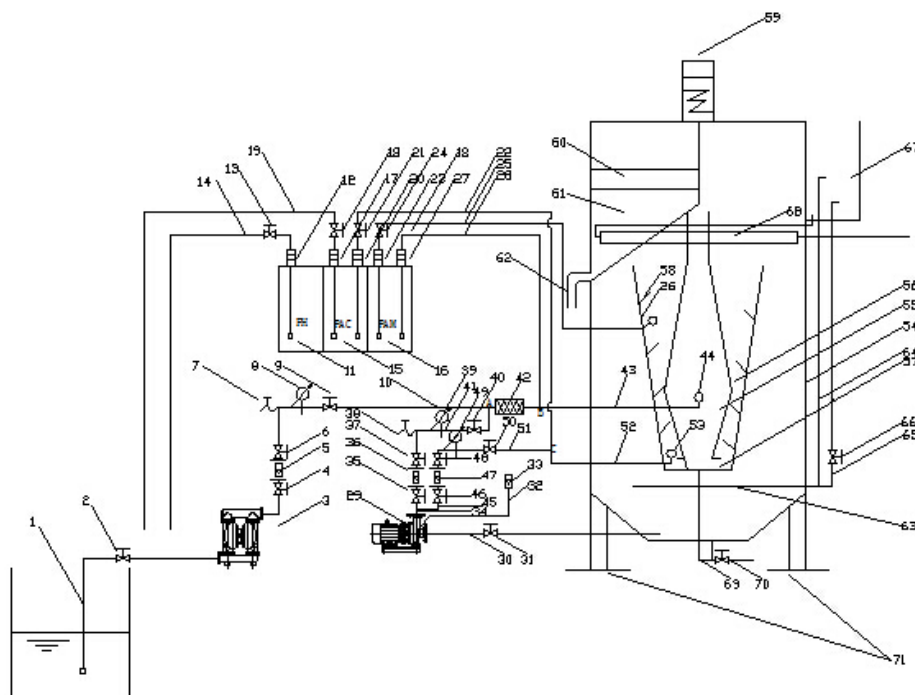


Figure 5. The schematic diagram of circulating process flow of emulsion purification and repair
 图 5. 乳化液净化修复循环工艺流程示意图

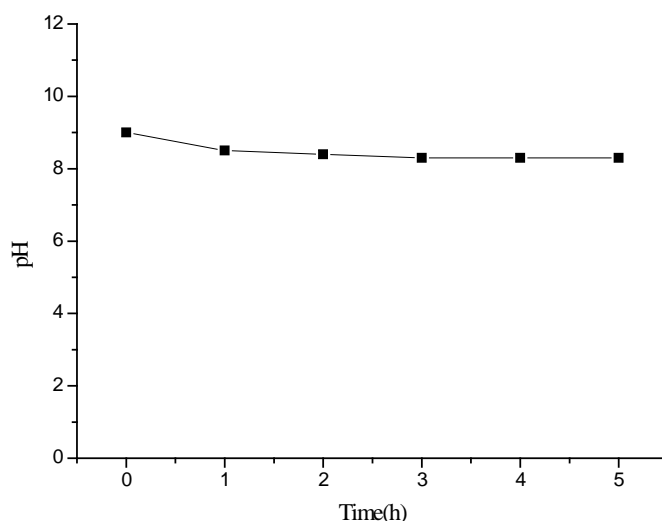


Figure 6. The relationship between the pH value and the cycle time
图 6. pH 值与循环时间关系曲线

Table 3. The experiment on killing microorganism by ozone and ultraviolet lamp

表 3. 臭氧与紫外灯杀灭微生物效果实验

作用时间 Action time/(h)	细菌总数 Total number of bacteria/(cfu·mL ⁻¹)	杀菌率 Bactericidal rate
0	7.4×10^6	—
1	3.2×10^4	99.56%
2	2.8×10^4	99.62%
3	8.1×10^3	99.89%
4	7.9×10^3	99.89%
5	6.8×10^3	99.91%

注：室温为 22℃，结果为 3 次试验的平均值。

Table 4. Performance index of emulsion

表 4. 乳化液性能指标对照表

指标名称 Index name	标准性能 Standard performance	净化前性能 Pre purification performance	净化后性能 Post purification performance
pH 值	8~10	8.9	8.5
安定性	无分层	分层	未分层
消泡性	≤2 (mL/10 min)	2.0	1.5
防锈性	A、B、C、D	D	A
防腐蚀性	A、B、C、D	C	A

3.2.3. 细菌总数与循环时间关系

每循环 1 小时取一次水样，通过平板菌落计数法测出 5 次水样的菌落数并计算出杀菌率。由表 3 可知，在净化过程中随着循环时间的增加，乳化液中细菌总数迅速减少。经净化处理 2 小时，杀菌率高达 99.62%；此后再循环处理，杀菌效果变化不大。

综上所述分析，乳化液在循环净化 2 小时之后，pH，细菌总数等指标都已经有明显改善。

3.2.4. 乳化液净化再生后综合性能评价

对经过循环净化 2 小时后的乳化液依据 GBT 6144-85 进行性能评价：实验结果如表 4。

4. 结论

1) 确定了不完全混凝过程中混凝剂的最佳投药量: 以 PAC 为混凝剂、PAM 为助凝剂, 每 50 mL 乳化液分别添加 0.15 mL PAC 和 0.05 mL PAM。不完全混凝修复乳化液是一种可行办法, 对悬浮物 SS 去除率可达 80% 以上, COD 去除率维持在 10% 以内, 主要去除为细小颗粒物与杂油贡献的 COD, 乳化液有效成分得以保持。

2) 修复后的乳化液的防锈性、腐蚀性、消泡性均符合乳化液使用要求, 可以继续循环使用, 性能满足 GB6144-85 标准。

3) 净化装置运行参数: 溶气压力维持在净化乳化液流量为 $300 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$, 气液混合泵内循环乳化液流量为 $500 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$, 循环周期 2 小时可达到净化目的。

基金项目

大连市科技计划项目(2014C12CY192)。

参考文献

- [1] Elbestawi, M.A. and El Wardany, T.I. (1993) Performance of Whisker-Rein-Forced Ceramic Tools in Milling Nickel Based Alloy. *Annals of CIRP*, **42**, 99-102. [https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)62401-9](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)62401-9)
- [2] 晓新. 乳化液失效和应采取的措施[J]. 新技术新工艺, 1994, 3(10): 20-21.
- [3] 江天华, 张绍鲁. 切削液在使用中出现的问题及其对策[J]. 机械工人冷加工, 2002(5): 17-18.
- [4] 杨文庆. 水基乳化液的腐败变质及其对策[J]. 新技术新工艺, 1998(6): 16-17.
- [5] 肖剑, 张璐熠. 水基切削液的维护与管理[J]. 石油商技, 2006, 24(6): 24-26.
- [6] 成文, 赵立和, 曾丽璇, 等. 乳化液废水处理技术的试验研究[J]. 华南师范大学学报: 自然科学版, 2002(1): 108-112.
- [7] 林明, 张石伟, 李京军, 等. 机械加工过程产生含油污水的组合处理技术研究[J]. 环境工程, 2010, 28(5): 1-4.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2332-8010, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: wpt@hanspub.org