

Renewable of Waste Lubricating Oil by Molecular Distillation Technology

Baozhang Zhu¹, Song Liu², Wei Wang³, Zhihao Feng⁴

College of Chemistry and Chemical Engineering, South China University of Technology, Guangzhou, China

Email: bzhzhu@scut.edu.cn¹, l.song@mail.scut.edu.cn²

Abstract: The disadvantage of traditional sulfuric acid-clay process in regenerating waste lubricating oil is acid sludge produced, long production period and high consumption of energy. In this paper, MDS-250 molecular distillation has been designed and used to recycle waste lubricating oil. The reclaimed lube base oil is found to be comparable with standard of new oil, and the overall yield of 97% is got in the process. The practice shows that the three stage molecular distillation process has the advantages of high yield, short period and no pollution. It enhances the industrial application in waste oil regeneration with molecular distillation technology.

Keywords: molecular distillation technology; waste lubricating oil; lube base oil

分子蒸馏技术再生废润滑油的工艺研究

朱宝璋¹, 刘松², 王伟³, 冯志豪⁴

华南理工大学化学与化工学院, 广州, 中国, 510640

Email: bzhzhu@scut.edu.cn¹, l.song@mail.scut.edu.cn²

摘要: 硫酸白土精制工艺再生废润滑油的不足主要表现在: 产生难以处理的酸渣, 生产周期长, 能耗大。本研究采用自行设计的MDS-250分子蒸馏装置开发出废润滑油再生工艺, 并成功投产运行。使用三级分子蒸馏工艺所得基础油达到新油标准, 总回收率达97%。工艺回收率高, 再生周期短, 清洁环保, 不产生二次污染, 具有良好的经济效应和工业化应用前景。

关键词: 分子蒸馏; 废润滑油; 基础油

1 引言

随着国民经济的快速增长和轿车工业的快速发展, 国内对润滑油的需求量越来越大。据统计2008年中国润滑油消费量达到562万吨。预计2010年中国润滑油需求将达到598万吨/年, 2015年将达到714万吨; 2010年和2015年润滑油基础油的需求预计分别为566万吨和668万吨^[1]。

润滑油在使用过程中, 在高温、高压等条件下裂解、缩合; 与空气接触氧化变质, 在某些金属的催化作用下, 使氧化加剧; 同时添加剂的分解、破坏, 失去添加剂原有的作用; 以及从外界还混入轻质油、灰尘和金属屑等杂质, 从而使润滑油失去了原有的某些性能, 其使用性能变差, 满足不了使用要求, 故应对其更换, 换下来的润滑油一般称为废润滑油或废油^[2]。若将废油丢弃或燃烧, 不仅造成能源的极大浪费, 而且会造成严重的环境污染。实际上, 废润滑油中变质成分仅占少部分, 其主体仍为基础油, 经过再生可重新利用。随着能源的枯竭、成品油价的不断上涨及废润滑油对环境产生日趋严重的污染问题, 废润滑油的

再生, 等于即增加了成品油的产量, 又减少了废油所造成的污染, 这无疑带来了良好的社会效益和经济效益^[3]。国内废润滑油再生普遍采用硫酸白土精制工艺, 此法会产生难以处理的酸渣, 同时还产生刺激性较强的二氧化硫气体, 对环境有相当严重的污染。并且存在白土用量大、生产周期长、产品质量不稳定、能耗大、设备腐蚀严重等问题^[4-6]。

华南理工大学从上世纪90年代以来, 致力于分子蒸馏技术再生废润滑油工艺的研究, 已完全掌握整套设备工艺技术^[7]。目前, 华南理工大学提供技术, 在福建泉州建成1万吨/年废机油再生装置已投入生产运营, 环评均达标。本实验采用MDS-250分子蒸馏装置经过三级蒸馏再生废机油, 可将柴油、汽油等轻油以及润滑油馏分分别蒸馏出来, 而大部分胶质、沥青质、炭垢存在于残渣中, 达到废润滑油再生的目的。

2 原理与方法

2.1 分子蒸馏基本原理

脱气和脱水后的物料再经计量泵输入到第一级分子蒸馏柱 3，温度控制在 50~90℃，压强为 -0.3MPa~-0.9MPa，分离出汽油。

分离汽油后的物料再输入到第二级分子蒸馏柱 4 中，温度控制在 50~150℃，压强为 200 Pa~10Pa，把柴油分离出来。

分离汽油、柴油后的物料再输入到第三级分子蒸馏柱 5 中，温度控制在 100~300℃，压强为 20 Pa~0.1Pa，把基础油分离出来^[1]。

最后剩下的杂质、重油回收。

2.2.2 分析方法

样品委托广州市能源检测研究院进行检测。

3 结果与讨论

3.1 工艺参数及各馏分段回收率

将经粗过滤的废润滑油 500L，直接进入缓冲罐 1 处，由计量泵输入到薄膜蒸发器 2 进行脱气和脱水，温度 50℃，压强为 -0.5 MPa。随后，脱气后的物料经过泵输入到第一级分子蒸馏柱 3 中，得无色透明汽油分离出来，温度 70℃，压强 -0.8 MPa。之后，分离汽油后的物料再经过泵输入到第二级分子蒸馏柱 4 中，把浅黄色柴油分离出来，温度 135℃，压强 25Pa。物料在进入第三级分子蒸馏柱之前应尽可能地把废油中的柴油馏分脱除干净，若柴油馏分进入润滑油馏分中将降低再生润滑油的闪点和粘度。最后在温度为 210℃，压强为 0.5Pa 条件下，分离汽油、柴油后的物料经过第三级分子蒸馏柱中，把基础油分离出来。汽油、柴油、基础油回收结果如表 1 所示，总回收率达 97%。

Table 1. Distillation results and reclamation rate

表 1. 蒸馏结果及收率

	外观	体积/L	回收率
汽油	透明	26.5	5.3%
柴油	淡黄	38.0	7.6%
基础油	淡黄	420.5	84.1%

3.2 检测结果

回收基础油性能指标见表 2。从表 2 可以看出，回收基础油已达到新油基础油的技术指标。

Table 2. Design samples test and inspection reports

表 2. 样品检测报告

序号	检验项目	单位	检验结果	检验方法
1	运动粘度(100℃)	mm ² /s	6.765	GB/T265-1988
2	闪点	℃	220	GB/T3536-1983
3	倾点	℃	-12	GB/T3536-2006
4	机械杂质	%	0	GB/T6531-1986
5	粘度指数		66	GB/T1995-1998
6	残炭	%	0.031	GB/T17144-1997
7	铜片腐蚀	级	1a	GB/T5096-1985

采用短程蒸馏再生废润滑油工艺 传统工艺相比，具有以下几个优点：

(1)再生润滑油的效率，工艺流程简单，再生周期短；

(2)废润滑油再生过程处于较高的真空下，使得再生温度较低，避免再生润滑油在再生过程中发生聚合、缩合、氧化等化学反应；

(3)废润滑油不经酸洗、碱中和、水洗等工序，不产生酸渣、废水、废气，降低了二次污染，能达到很好的环保效果；

(4)再生后产生的残渣可用于调和沥青炭黑等，使资源能得到充分的利用。

3 结论

利用多级分子蒸馏进行废润滑油再生产品达标又绿色环保，解决了目前废润滑油再生工艺不足以及废润滑油再生装置投资较高等问题。随着年产万吨装置基础油回收项目的顺利投产，这一技术的经济效益与社会效益逐渐凸现，对国内循环经济发展无疑将作出重大贡献。

References (参考文献)

- [1] Kong Jinyuan, Analysis and prospect for lube base oil in domestic and overseas markets [J], *International Petroleum Economics*, 2009,10, P51-53 (Ch).
孔劲媛, 国内外润滑油基础油市场分析及展望[J], *国际石油经济*, 2009,10, P51-53.
- [2] Orhan Arpa, Recep Yumrutas, Ayhan Demirbas, Production of diesel-like fuel from waste engine oil by pyrolytic distillation[J], *Applied Energy*, 2010,1, P122-127.
- [3] Rinoo J, Canizares P, Garcia M T, Improvement of the waste-oil vacuum-distillation recycling by continuous extration with dense propane[J], *Ind. Eng. Chem. Res.*, 2007, 46 (1), P266-272.
- [4] LIU Xianbin, LIAO Lan, Issues on Industrialization of Regenerative Resources in Waste Lubricating Oil[J], *Natural resource*, 2006,3, P186-188 (Ch).
刘先斌, 廖兰, 废润滑油再生资源产业化问题的研究[J], *资源科学*, 2006,3, P186-188.
- [5] Liu Qingwen, The technologies on recycle of used engine oil [J], *Tianjin Chemical Industry*, 2006,9, P35-36.
刘庆文, 废发动机润滑油循环使用的工艺技术[J], *天津化工*, 2006,9, P35-36.
- [6] Yang Hongwei, Fei Yiwei, Hu Jianqiang, The recycling of used lubricating oil at home and abroad[J], *Lubricating Oil*, 2006,12, P9-11 (Ch).
杨宏伟, 费逸伟, 胡建强, 国内外废润滑油的再生[J], *润滑油*,

- 2006,12, P9-11.
- [7] Zhu Baozhang, A technology on regenerating waste engine oil by molecular distillation, CN200710031092.X [P], 2008,5,14 (Ch).
朱宝璋, 利用分子蒸馏技术还原、再生废旧机油的方法, CN200710031092.X [P], 2008.5.14.
- [8] Erdweg K J, Molecular and short-path distillation [J], *Chem. Ind.*, 1983, 9, P342-345.
- [9] Bhandarker M, Ferron J R, Transport process in an agitated thin-film evaporator [J], *Ind. Eng. Chem. Res.*, 1988,27, P1016-1024.
- [10] Nguyen A D, Goffic F L, Limits of wiped film short path distillation [J], *Chem. Eng. Sci.*, 1997,52(16), P 1877-1895.
- [11] Kawala Z, Dakiniewicz P, Influence of evaporation space geometry on rate of distillation in high-vacuum evaporator[J], *Separation Science and Technology*, 2002 (37), P1877-1895.