

文章编号:1004-4736(2008)02-0105-03

纳米铜作润滑油添加剂的性能研究

徐建生¹, 夏会芳¹, 周红星¹, 夏文武²

(1. 武汉工程大学机电工程学院, 湖北 武汉 430074;

2. 中国石化武汉分公司, 湖北 武汉 430082)

摘要:研究了加入纳米铜添加剂的润滑油的摩擦学性能和主要理化性能. 在 XP-6 数控摩擦磨损试验机和四球摩擦试验机上进行了纳米铜的摩擦学性能试验, 结果表明, 纳米铜对钢-钢摩擦副表现出良好的抗磨减磨性能, 与未加添加剂的基础油相比, 可使 P_B 值提高 34.95%, 磨斑直径减少了 56.8%, 摩擦系数降低 39.1%; 理化试验表明, 加入纳米铜后的基础油仍具有较好的理化特性.

关键词: 纳米铜添加剂; 摩擦学性能; 理化性能

中图分类号: TII 117

文献标识码: A

0 引言

将各种纳米颗粒作为润滑油添加剂, 在最近几年取得了许多研究成果, 纳米材料添加剂表现出了良好的减摩抗磨和提高润滑油的承载能力的性能, 某些纳米颗粒还对磨损表面具有一定的修复能力^[1-4]. 但纳米粒子作为润滑油添加剂还处于起步阶段, 含纳米粒子添加剂的商业润滑剂则很少. 目前的研究只是在一味强调润滑油添加剂优异的摩擦学特性, 对于它们的物理化学性能则研究很少, 而润滑油的理化性能的好坏直接反映了润滑油的品质. 润滑油的基本理化性能指标有: 粘度、粘温特性、闪点、倾点、酸值、含水量、乳化性、泡沫特性、腐蚀性、腐蚀性等^[5], 这些都是润滑油的重要的理化性能指标, 其理化性能的优劣直接影响到纳米润滑油的使用性能和工业推广应用, 是纳米润滑油有走向市场实现产业化的必备的技术前提.

纳米铜具有优良的热传导性、延展性、抗腐蚀性, 在润滑油中得到了广泛的应用研究, 为此研究了纳米铜作润滑油添加剂的摩擦学性能和主要理化性能研究, 以便尽早实现产业化.

1 试验部分

1.1 基础油和添加剂

在试验中作为添加剂的纳米铜微粒由武汉工程大学摩擦学实验室提供, 采用化学方法微乳液法制备, 所制备的纳米铜粒径为 10~20 nm. 基础油采用兰州炼油厂生产的工业用液压油 HL68. 将

适量纳米铜添加剂加入到 HL68 中, 配置成质量分数 5% 的试样油.

1.2 摩擦学试验

在 XP-6 销盘摩擦磨损试验机上进行摩擦试验, 所用摩擦副材料为 45 钢/45 钢, 接触形式为销/盘接触, 下试样固定, 上试样旋转, 其相对转速为 100 r/min, 分别在不同载荷下作对比试验测摩擦系数, 试验时间为 1 h, 润滑方式为浸油润滑, 试验在室温下进行. 在四球机上进行润滑油的承载能力和磨损试验, 使用钢球为所用钢球为 GCr15 二级标准钢球(上海钢球厂生产, 直径为 $\Phi 12.7$ mm), 主轴转速为 1 450 r/min, 试验时间为 10 s, 承载能力以最大无卡咬负荷 P_B 值表示, 磨损量以钢球的平均磨斑直径表示. 本试验中摩擦磨损试验的数据均为三次重复试验的平均值.

1.3 理化性能测试

根据润滑油技术要求, 主要测试了粘度、粘温特性、倾点和闪点、机械杂质、酸值、抗乳化性、腐蚀性. 其中, 粘度、粘温特性、倾点和闪点、机械杂质、酸值在中国石化武汉分公司油品化验车间测试. 抗乳化性、腐蚀性在武汉工程大学摩擦学实验室进行测试.

2 试验结果与分析

2.1 纳米铜的减摩性分析

图 1 是含纳米铜添加剂的试样油和基础油 HL68 的摩擦系数随外载荷的变化关系对比, 从图 1 中可以看出, 含纳米铜添加剂的试样油的摩

收稿日期: 2007-11-13

作者简介: 徐建生(1955-), 男, 河北邢台人, 教授, 博士, 研究方向: 摩擦学系统理论、纳米润滑技术.

摩擦系数都低于相同条件下基础油 HL68 的摩擦系数,在实验载荷为 240 N 时,摩擦系数减小得最明显,比基础油的摩擦系数减小了 39.1%,这说明纳米铜颗粒能在不同程度上改善润滑油的减摩特性。

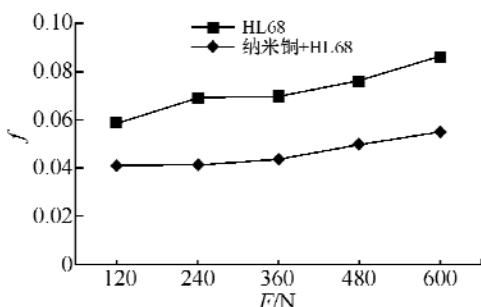


图 1 摩擦系数随外载荷的变化关系

Fig. 1 Variation of friction coefficient as load

2.2 纳米铜的抗磨性和承载能力分析

图 2 是含纳米铜添加剂的试样油和基础油 HL68 在四球机上的平均磨斑直径的对比,试验载荷分别为 510 N、530 N、559 N、588 N、618 N、637 N。从图 2 中可以看出,含纳米铜添加剂的试样油与基础油相比,平均磨斑直径在低载荷变化不明显,但在载荷为 618 N 后,平均磨斑直径明显减小,尤其载荷为 637 N 时,平均磨斑直径减少了 56.8%,具有优异的抗磨性;且测得试验油和基础油的 P_n 值(最大无卡咬负荷值)分别为 834 N 和 618 N,提高了 34.95%,具有良好的承载能力。

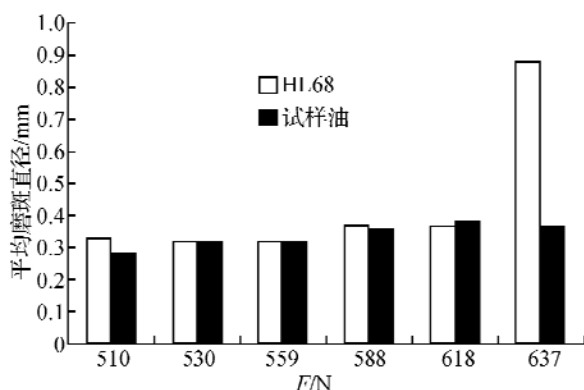


图 2 平均磨斑直径对比

Fig. 2 Contrasting of average wear scar diameter

2.3 基础油与试样油的技术指标和测试结果

GB1118.1-1994 中规定了 HL 液压油的技术指标,将纳米铜添加剂加入到 HL68 中,配置成质量分数 5% 的试样油,测试了其理化性能指标。技术要求与测试结果如表 1 所示。从表 1 中可以看出,加入纳米铜添加剂后对基础油的理化性能影响不大,都在指标范围类,具有良好的理化性能。

表 1 含纳米铜添加剂的试验油理化性能测试结果

Table 1 Physical and chemical properties of the oil sample with nana-Cu additives

项 目	基础油质量 技术指标	试验油测 试结果	试验方法
运动粘度 ν	0 °C $\leq 1\ 400$	1 080	GB/T 265
/mm ² · s ⁻¹	40 °C 61.2~74.8	67	
粘度指数	≥ 95	99	GB/T 2541
倾点/°C	≤ -6	-24	GB/T 3535
闪点(开口)/°C	≥ 180	280	GB/T 3536
机械杂质	无	无	GB/T 511
酸值/mgKOH · g ⁻¹	报告	1.07	SH/T 4945
含水量/%	痕迹	0.09%	GB/T 260
液相锈蚀试验(蒸馏水)	无锈	无锈	GB/T 11143
腐蚀试验(铜片,100 °C, 3 h)(级)	1	0.5	GB/T 5096
抗乳化性(54 °C 40-37-3 mL/min)	≤ 30	27	GB/T 12579

3 结 语

a. 将纳米铜添加剂以 0.5% 的添加量加入到 HL68 基础油中,配制成试样油,在四球机和 XP-6 摩擦磨损试验机上考察其摩擦学性能,发现它的摩擦学性能良好,在相同条件下,纳米铜润滑油和基础油 HL68 相比,其 P_n 值提高了 23.47%,平均磨斑直径减少了 56.8%,摩擦系数减小了 33.1%。

b. 纳米铜添加剂对基础油的理化性能影响不大,具有良好的理化性能。

参考文献:

- [1] 夏延秋,乔玉林. 纳米粒子在摩擦学领域的应用发展现状[J]. 沈阳工业大学学报,2002,(8):279-278.
- [2] 刘维明,薛群基,周静芳,等. 纳米颗粒的抗磨作用及作为磨损修复剂的应用研究[J]. 中国表面工程,2001,(3):7.
- [3] Yao J B, Dong J X, Xiong R G. Antiwear Synergism of Borates and Copper Oleate [J]. Lubrication Engineering,1994,50(9):695-698.
- [4] Yao J B, Dong J X. A Tribocatalysis Reaction in Boundary Lubrication-An antiwear Synergism between Borates and Copper Oleate[J]. Lubrication Engineering,1995,51(3):231-233.
- [5] 颜志光. 润滑剂性能测试技术手册[M]. 北京:中国石化出版社,1999.
- [6] Hisakado T, Tsukizoe T, Yoshikawa H. Lubrication Mechanism of Solid Lubricants in Oil(81-Lub-50)[J]. Journal of Lubrication Technology,1983,105:24.
- [7] 张大虎,谢 凤. 润滑油的理化性能及意义[J]. 合成润滑材料,2004,(4):29-31.
- [8] 王先会. 新编润滑油品选用手册[M]. 北京:机械工业出版社,2001. 121.

Study on tribological and physicochemical properties of Nano-Cu lubricating oil

XU Jian-sheng¹, XIA Hui-fang¹, ZHOU Hong-xing¹, XIA Wen-wu²

(1. School of Mechanical Electrical Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China;

2. Wuhan Branch company SINOPEC, Wuhan 430082, China)

Abstract: The tribological and main physicochemical properties of the Nano-Cu as lubricating additive were analyzed. The tribological characteristics of the Nano-Cu were explored by the XP-6 NC friction and wear test machine and four-ball friction tester. Results indicate that nano-copper exhibits good tribological properties, P_B increases 34.95%, wear diameter decreases 25% averagely, and friction coefficient reduces 33.1%. Physicochemical properties were tested, and the results show that Nano-Cu lubricating oil has good viscosity-temperature property, anti-emulsification property, good corrosion, low pour point, high flash.

Key words: Nano Cu additive; tribological properties; physicochemical properties

本文编辑:陈晓革



(上接第 104 页)

Element analysis on limit load of corroded fuel gas pipelines

SHU An-qing, WANG Wei, WEI Hua-zhong

(1. Wuhan Research Center of Pressure Vessel and Piping Safety Engineering Wuhan 430074, China;

2. School of Mechanical Electrical Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: In the paper, the systematic nonlinear analysis has been carried out to the Fuel gas pipelines with corrosive defects by the analysis method of the finite element elastic-plastic, and it has been researched that the impact on the limit load of fuel gas pipeline from the corrosion defect of length, width and depth of the pipeline. The result from the burst test of full dimension with corrosion defect pipeline has been compared with the result from ASME B31G calculation, after that, it has been proved that the finite element method can be used for analyzing the feasibility of the pipeline with corrosive defects.

Key words: fuel gas pipelines; corrosion defects; limit load; finite element

本文编辑:陈晓革