

热氧化聚乙烯干膜摩擦 磨损性能的研究

徐 僖 张肇熙 李惠林 邓继轩*

(成都科技大学高分子研究所)

摘 要

本文报导了以热氧化聚乙烯为基础的高分子固体润滑膜(CKD-31干膜)的摩擦磨损性能。用MHK-500型环块磨损试验机考察了这种膜的厚度、滑动速度、摩擦时间、作用载荷对其摩擦磨损性能的影响。介绍了这种膜用作国产5.6mm运动步枪弹表面涂层可明显地提高该弹的射击精度。

聚乙烯是最常用的塑料之一,它具有良好的润滑性。但对金属粘附力不强,又不溶于适用的低沸点溶剂,因而使用就受到了限制,通过对聚乙烯进行热氧化处理,可使其含有醛、酮、羧酸和酯等多种极性基团^[1],能有效地提高它对金属的粘附性,改善其溶解性以及与其它润滑组分的相容性。图1所示为用锰盐作为催化剂在400℃时通入大量空气后所得到的热氧化聚乙烯产物的红外光谱,在1725厘米⁻¹处,有羰基($\text{C}=\text{O}$)特征峰。



图1 聚乙烯热氧化产物红外光谱图
1—聚乙烯; 2—热氧化聚乙烯

试 验 部 分

1. 原料

聚乙烯: 分子量为2000~4300, 比重为0.91, 70~80℃全熔。

石蜡: 白色固体, 比重为0.9, 熔点为58~65℃。

*张洁、温华容、左展云等同志参加了部分实验工作。

石油醚：沸点范围（90%）为90~120℃。

2. 润滑剂的制备

将热氧化聚乙烯与石蜡按一定比例称量，加热熔融，搅拌均匀，冷却至室温即为润滑剂。称取一定量的润滑剂，放入磨口瓶中，按浓度要求加入溶剂。用60℃热水间接加热，使润滑剂完全溶解。溶液为棕色透明体。

3. 浸渍工艺

将底材用250*、800*金相砂纸打磨，然后用石油醚清洗，凉干后，即可浸渍润滑剂溶液，待表面溶剂挥发完后，再浸渍一次，浸渍试块放置一夜，次日进行评定。

4. 试验装置

采用MHK-500型环块磨损试验机测定干膜的摩擦系数。试验条件：在大气、室温下测定，试环、试块均为GCr-15钢，负荷为0.76公斤~1.51公斤，速度100转/分~400转/分，每隔2分钟测定一次摩擦力^[2]。其摩擦系数一般是取三次试验的平均值。每次试验时间10分钟。

试验结果和讨论

1. 聚乙烯与热氧化聚乙烯的摩擦磨损特性

通过环-块试验，观察了两种纯树脂样品的摩擦磨损性能，其结果如表1所列。从表1所列数据可以看出，在滑动速度、负荷和摩擦时间相同的情况下，聚乙烯的摩擦系数大于热氧化聚乙烯的。两种试块的磨痕也有明显差异，前者的磨痕为条带状，后者只有一些稀疏的摩擦线条（图2、3）。

表1 聚乙烯和热氧化聚乙烯
摩擦磨损的对比

材料名称	负荷 (公斤)	滑动速度 (转/分)	摩擦系数 (摩擦时间 2~10分 钟)	磨痕宽度 (毫米)	最大无卡 咬负荷 (公斤)
聚乙烯	1.26	200	0.10~0.14	0.16	57
热氧化 聚乙烯	1.26	200	0.08~0.09	0.11	63

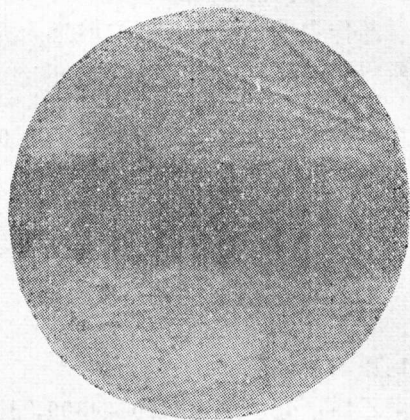


图2 聚乙烯涂膜在MHK-500型
磨损试验后磨痕显微照片（50倍）

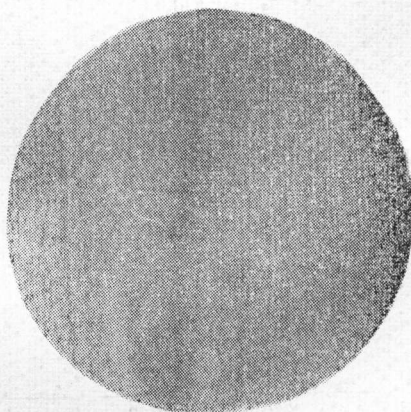


图3 热氧化聚乙烯涂膜在MHK-500型
磨损试验后磨痕显微照片（50倍）

2. CKD-31干膜的摩擦系数与摩擦时间的关系

CKD-31干膜是将试块在以热氧化聚乙烯为基础的高分子润滑剂稀溶液中浸渍，干燥

后制得的。其摩擦系数取三次摩擦试验结果的平均值,表2所列测得数据。该数据表明,随摩擦时间的延长,CKD-31干膜的摩擦系数逐渐增大。

3. 负荷对CKD-31干膜的摩擦磨损的影响

表3所列负荷试验结果,由表中的数据表明,随着负荷的加大,摩擦系数有所降低后,又有所上升,而磨痕宽度则稍有加宽。

4. 滑动速度对CKD-31干膜的摩擦磨损的影响

表4所列速度试验的结果,由表中的数据表明,在速度低于200转/分时,摩擦系数变化不大,而速度大于200转/分时,摩擦系数有所增加;速度对磨痕宽度的影响与摩擦系数的变化规律相似。

5. CKD-31干膜厚度对摩擦磨损的影响

表5所列厚度影响的试验结果。干膜厚度较大时其摩擦系数和磨痕宽度都有所降低。

表2 CKD-31干膜摩擦系数与摩擦时间的关系

(负荷0.76公斤、速度300转/分)

摩擦时间(分钟)	2	4	6	8	10
摩擦系数(三次平均值)	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17

表4 滑动速度对CKD-31干膜摩擦磨损的影响

(负荷1.26公斤)

编号	滑动速度(转/分)	摩擦系数(摩擦时间: 2~10分钟)	磨痕宽度(毫米)
1	100	0.12~0.14	0.29
2	150	0.12~0.14	0.29
3	200	0.12~0.14	0.26
4	250	0.13~0.15	0.28
5	300	0.14~0.17	0.30
6	350	0.14~0.17	0.36
7	400	上去就穿	

表3 负荷对CKD-31干膜摩擦磨损的影响

(速度200转/分)

编号	负荷(公斤)	摩擦系数(摩擦时间2~10分钟)	磨痕宽度(毫米)
1	0.76	0.13~0.17	0.24
2	1.01	0.13~0.16	0.28
3	1.26	0.12~0.14	0.26
4	1.51	0.12~0.16	0.31
5	1.76	立即穿	

表5 CKD-31干膜厚度对摩擦磨损的影响

(负荷1.26公斤,速度200转/分)

编号	膜厚(微米)	摩擦系数(摩擦时间: 2~10分钟)	磨痕宽度(毫米)
1	0.3~1.2	0.12~0.14	0.26
2	9~13	0.09~0.12	0.17

实 弹 射 击 试 验

测定子弹的射击精度是检验子弹质量的一种重要手段,测定方法为每十发子弹为一组,以测量射击时子弹的弹着点集中程度进行检验。各弹着点的分布直径越小,子弹的精度越高。表6所列表面涂有CKD-31干膜的5.6mm运动弹的射击精度。为了对比起见,将原国产弹、英国弹、西德弹的射击精度亦列于表内。

表6 CKD-31干膜表面涂层运动弹的射击精度

编 号	名 称	射击精度(厘米)			
		1	2	3	平均
1	原国产弹	1.6	1.5	1.5	1.5
2	英国弹	1.2	1.3	1.8	1.4
3	西德弹	1.2	1.7	1.0	1.3
4	表面涂有CKD-31干膜的国产弹	1.0	1.3	0.9	1.1

从表中的数据可以看出,CKD-31干膜可以提高国产弹的精度,有的靶组平均射

击精度已达1.1厘米,超过了英国弹和西德弹。

结 论

1.聚乙烯经热氧化后可在分子中引入含氧极性基团,它有利于提高对金属的吸附性。金属表面附有这一膜层,可以降低摩擦系数和磨损。

2.摩擦试验时的负荷、滑动速度和干膜厚度对CKD-31干膜的摩擦系数和磨痕宽度均有不同程度的影响。

3.CKD-31干膜对5.6mm运动弹的射击精度有显著提高,开创了我国运动弹靠进口变为出口的新局面。

参 考 文 献

- [1] Евдкимов, Ю.А., Сыгев, В.В., Механика Полимеров, 1975, 6, 1101~1104.
- [2] 中国科学院兰州化学物理研究所编, 固体抗磨材料, 科学出版社, 1973, 39~85。
- [3] 石油化工部科学研究院综合研究所, 润滑材料, 1977, 3, 1~15。

A Study on Friction and Wear Behavior of Dry Film of Thermal Oxidized polyethylene

Xu Xi, Zhang Zhaoxi, Li Huiling, Deng Jixuan

(The Institute of Polymer Chengdu University of Science and Technology)

Abstract

The paper presents friction and wear behavior of a polymer solid lubricating film (CKD-31 dry film), with the matrix of thermal oxidized polyethylene. the effects of film thickness, sliding speed, operating period and load on friction and wear have been investigated with a MHK-500 ring-block tester. A remarkable improvement on the shooting accuracy of the bullet for the spot gun of 5.6mm has been resulted from the application of this film as a surface coating of the bullet.