

KH-570 对交联超高分子量聚乙烯性能的影响

周晓谦

辽宁工程技术大学材料科学与工程系, 辽宁阜新 (123000)

E-mail: zxq6558960@126.com

摘要:以 DCP 为引发剂、KH-570 为交联剂对超高分子量聚乙烯进行交联改性, 以提高其表面硬度、抗磨粒磨损能力, 通过改变 KH-570 的用量比较了交联 UHMWPE 的凝胶率、邵氏硬度、拉伸强度、耐磨性等性能变化规律。实验结果表明: KH-550 含量在 0.5%, DCP 含量在 0.5%, 烧结温度 150℃、保温 30min, 空冷出模后 97℃, 水浴 4 小时, 制品的抗磨粒磨损性能最好。

关键词: 超高分子量聚乙烯, KH-570, 交联改性, 加工工艺

中图分类号: TQ633

1. 引言

UHMWPE 作为一种具有优异综合性能的热塑性工程塑料, 它可以代替碳钢、不锈钢、青铜等材料, 几乎集中了其它工程塑料的所有优点, 尤其是抗冲击性、耐磨耗性、低温性能、自润滑性和不粘性等性能^[1]。其制品应用于日用、工业、文体、交通运输、国防、机械等领域的抗冲、减振、抗疲劳、耐磨、减磨、防弹、减阻、防粘等场合。但 UHMWPE 也存在如熔体流动性差、粘度大、成型加工困难、耐热性差以及应力开裂等许多缺点, 限制了它的进一步应用。为了克服超高分子量聚乙烯的这些缺点、拓展 UHMWPE 的使用范围, 可以对其加以改性^[2]。

由于 UHMWPE 表面硬度低、抗磨粒磨损能力较差, 本文采用交联改性的方法力求提高其表面硬度和抗磨粒磨损性能。选择 DCP 为引发剂、KH-550 为交联剂的工艺对超高分子量聚乙烯进行交联改性, 以进一步拓展超高分子量聚乙烯的使用范围。

2. 实验方法

2.1 实验原料

M-II 型 UHMWPE (粉料 北京助剂二厂); KH-570、无水乙醇、二甲苯、过氧化二异丙苯 (DCP)、抗氧剂 1010 (分析纯 沈阳东兴试剂厂); 二甲基硅油 (分析纯 天津市大茂试剂厂) 等。

2.2 实验设备

表 1 实验设备表
Tab1 The Equipments of Test

| 编号 | 设备名称 | 仪器型号 |
|----|----------|----------|
| 1 | 平板硫化机 | Yxql-500 |
| 2 | 拉伸实验机 | XDL-1KN |
| 3 | 磨料磨损测试机 | ML-10 |
| 4 | 邵氏 D 硬度计 | TH-210 |
| 5 | 电子天平 | JA2003N |

| | | |
|---|-------|---------------------------|
| 6 | 模具 | 尺寸：外径 16cm，内径 14cm，高 2cm。 |
| 7 | 电动搅拌器 | ZZ-21 |
| 8 | 烘干箱 | T1-37356 |
| 9 | 恒温水浴锅 | SQ-4050C |

2.3 试样制备方法

(1) 原料制备

按照配比将称量好的 DCP、KH-570、抗氧化剂 1010 用无水乙醇搅拌、充分溶解，再与 UHMWPE 混合均匀，放入烘干箱烘干备用。加入 DCP 的量为 UHMWPE 质量 0.5%，KH-570 的量分别为 UHMWPE 质量的 0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%，抗氧化剂 1010 的量为 UHMWPE 质量的 0.5%。

(2) 试样成型

将干燥好的物料放入涂有硅油的模具中，闭模后放于平板硫化机上加压成型，烧结温度 150℃、保温 30min 后取出，放入恒温水浴锅，97℃ 水浴 4 小时，在水中完成水解交联反应后将试样取出干燥。

2.4 试样性能测试

将试样按要求尺寸裁切，测试其凝胶率、硬度、耐磨粒磨损性、拉伸强度等性能。

凝胶率采用二甲苯于索式提取器抽提，测其失重后计算凝胶率；硬度采用邵氏 D 硬度计测量；耐磨性采用磨料磨损测试机测试后计算磨损率；拉伸强度的测定使用电子拉力机。

3. 实验结果与讨论

3.1 KH-570 的含量对交联 UHMWPE 凝胶率影响

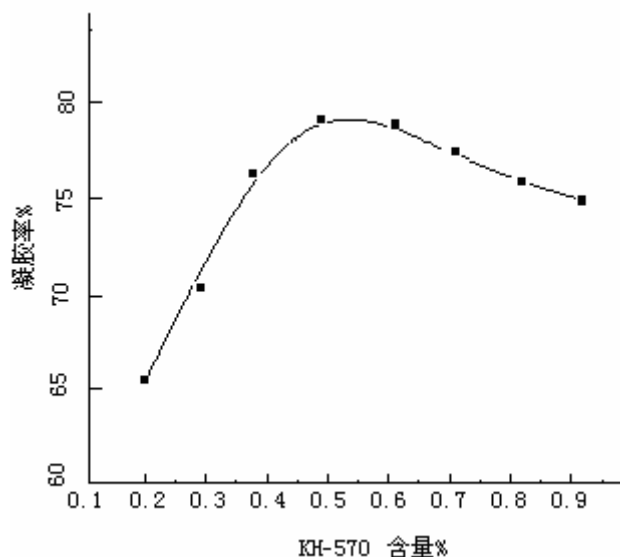


图 1 KH-570 含量对 UHMWPE 凝胶率影响
Fig.1 The effect on the gel rate of UHMWPE with various KH-570 contents

交联试样的凝胶率随 KH-570 含量的增加而上升，当 KH-570 的含量为 0.5% 时，试样的凝胶率达最大值，当 KH-570 的含量超过 0.5% 时，试样凝胶率又随 KH-570 含量的增大而减

小。KH-570 含量达 0.5%时，凝胶率为 78%，交联密度达到最大。因为单纯以 DCP 做引发剂也可引发 UHMWPE 的交联反应，只是交联程度低。在以 DCP 为引发剂、KH-570 为交联剂体系中，当 DCP 加入量固定，同等条件下，产生的活性自由基浓度基本恒定，随着 KH-570 加入量的增多，DCP 与 KH-550 间的配比对反应产生影响，当 KH-570 含量达 0.5%时，交联程度最大，KH-570 含量继续增加时，凝胶率出现下降趋势，这可能是副反应随之增多，反而使交联密度下降。

3.2 KH-570 含量对 UHMWPE 邵氏 D 硬度影响

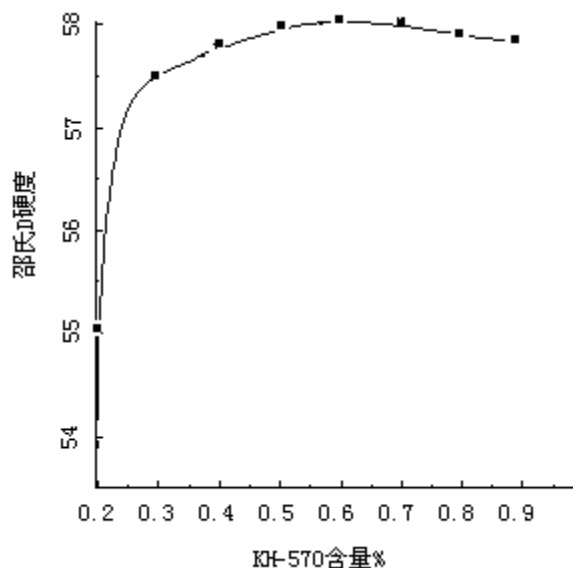


图 2 KH-570 含量对 UHMWPE 邵氏 D 硬度的影响

Fig.2 The effect on the Shore D hardness of UHMWPE with various KH-570 contents

试样的邵氏 D 硬度随 KH-570 含量的增加而增大，当试样 KH-570 含量达到 0.5%时，试样的邵氏 D 硬度最大，当 KH-570 的含量大于 0.5%时试样硬度随 KH-570 含量增加而略有下降。因为 DCP 分解生成自由基，与 UHMWPE 反应后用 KH-570 接枝并利用水解缩合完成交联，当 KH-570 含量较小，交联程度较低，邵氏 D 硬度值偏低。随着 KH-570 含量的增加，交联结构增多，邵氏 D 硬度值也增加，但随着 KH-570 含量的继续增加，可能出现交联密度下降导致硬度略有降低。

3.3 KH-570 含量对 UHMWPE 拉伸强度影响

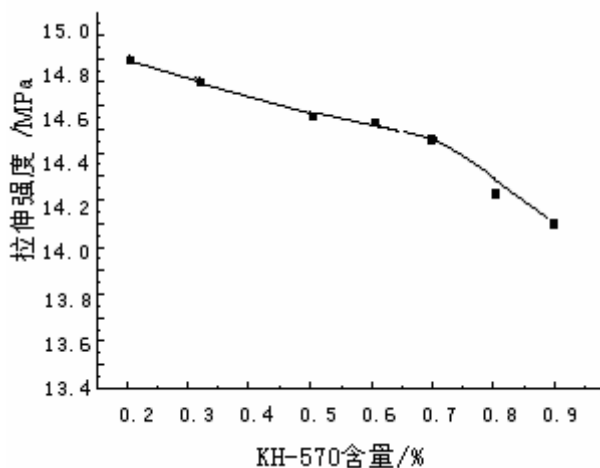


图3 KH-570 含量对 UHMWPE 拉伸强度的影响

Fig.3 The effect on the tensile strength of UHMWPE with various KH-550 contents

交联试样的拉伸强度随 KH-570 含量的增长而下降,当 KH-570 含量小于 0.7%时,试样的拉伸强度下降幅度较小,但当其含量大于 0.7%时,试样的拉伸强度急剧下降。因为 KH-570 的含量较低时,交联程度较低,分子间缠结力较小,未达到阻碍分子链运动的程度,拉伸强度较高。随着 KH-570 含量的升高,交联程度升高,材料的脆性增大,拉伸强度降低。

3.4 KH-570 含量对 UHMPE 磨粒磨损性能影响

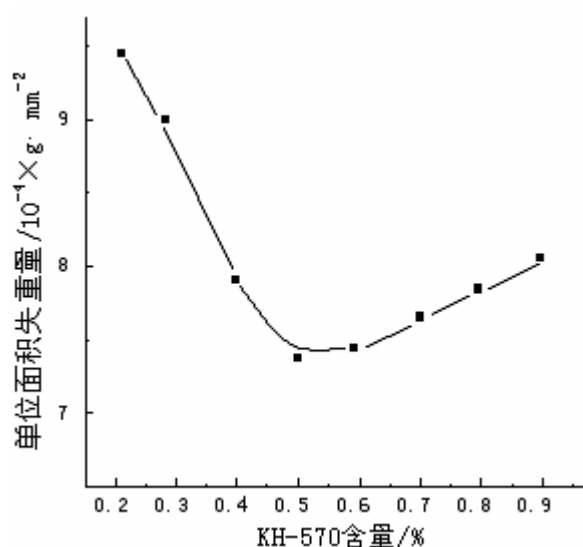


图4 KH-570 含量对 UHMWPE 磨粒磨损性的影响

Fig.4 The effect on the abrasive wear of UHMWPE with various KH-570 contents

试样的单位面积失重量随 KH-570 含量的增大而减少,当 KH-570 含量到 0.5%时,试样单位面积失重量达最小值,试样的耐磨性最佳,继续增加 KH-570 含量用量,试样的单位面积磨损量反而随其含量的增大而增加,耐磨性降低。KH-550 含量较低时,凝胶率低,交联密度小,分子间作用力较小,大分子链间相对滑移较易,因而耐磨性较差,随着 KH-570 含量的增长,交联密度升高,分子间作用力增大,自由活动链段变短,使耐磨性增大。

4. 结论

1) 在该交联改性工艺中, 当 KH-570 含量为 0.5%, 制品的综合性能最好, 分别为: 凝胶率 78%, 拉伸强度 14.7 MPa, 邵氏 D 硬度 57.9, 单位面积磨损量 $7.65 \times 10^{-4} \text{g} \cdot \text{mm}^{-2}$ 。

2) 交联试样的凝胶率随 KH-570 含量的增加而上升, 但当 KH-570 的含量超过 0.5% 时, 试样凝胶率又随 KH-570 含量的增大而减小, 且凝胶率变化幅度较大。

参考文献

- [1] 刘广建. 超高分子量聚乙烯[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001
[2] 周晓谦. 超高分子量聚乙烯改性研究现状[J]. 齐鲁石油化工, 2004, 32(4): 28

Influence of KH-570 on Properties of Cross-linked UHMWPE

Zhou Xiaoqian

Department of Material Science and Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin (123000)

Abstract

It initiates the reaction by DCP and KH-570 for cross-linking modification of UHMWPE in order to improve the properties such as surface-hardness and abrasive wear resistance. By changing the dosage of KH-550, it analyzes and compares with the data such as gel rate of UHMWPE, Shore D hardness, tensile strength and wear resistance. The result shows the abrasion resistance of sample is best when the content of KH-550 is 0.5% and DCP is 0.5%, the sintering temperature is 150°C , heat preservation for 30 minutes, bainmarie for 4h with water temperature is 97°C after air-cooling and demolding.

Keywords: ultra-high molecular weight polyethylene, KH-570, cross-linking modification, Molding process