

·研究简报·

低密度聚乙烯在振动填充注射过程中的自增强*

张 弓 蒋 龙 申开智 官 青

(四川联合大学塑料工程系 成都 610065)

关键词 振动填充注射, 自增强, 低密度聚乙烯

聚烯烃自增强的研究极具应用前景, 正逐渐成为人们关注的热点. 其目的是利用现有通用级聚烯烃材料, 通过特殊的加工方法, 挖掘材料内在潜力, 开发力学性能可与工程塑料相媲美的聚烯烃制品. 我们的研究表明, 利用振动填充注射成型技术, 在低压下就能实现普通高密度聚乙烯(HDPE), 聚丙烯(PP)和ABS的自增强. 对HDPE, 拉伸强度和杨氏模量分别从27.8MPa、1.0GPa提高到108MPa、5.0GPa^[1]. 对PP, 拉伸强度和杨氏模量从33.4MPa、1.4GPa提高到58.0MPa、3.0GPa^[2]. 非结晶型材料ABS的拉伸强度从原来的46MPa提高到54MPa^[3]. 但是, 拉伸强度提高的同时也带来了冲击韧性下降, 试样断面呈脆断形貌^[4].

本实验用振动填充注射技术对低密度聚乙烯(LDPE)进行了自增强研究, 与上述材料不同的是增强后的LDPE拉伸强度大幅度提高至21MPa, 同时其韧性和断裂伸长率基本不变, 断裂所消耗能量大大提高.

本文初步探讨了LDPE的微观结构和物理机械性能之间的关系, 深入研究具有重要的理论意义和现实的应用前景.

1 材料及试样制备

所用材料为低密度聚乙烯(LDPE)(1F7B燕山石化), 在SZ-100g型塑料注射机(南宁第二轻工机器厂)上制得符合ASTM638M标准的哑铃形试样, 试样试验段尺寸为40.0mm×6.0mm×3.5mm. 注塑模具及振动填充装置同前述研究中的一样^[1~3].

本实验采用正交法设计实验步骤及参数, 获得了振动填充注塑LDPE的最佳工艺参数, 模温25℃, 料温170℃, 模具热流道板温度200℃, 保压压力24MPa, 冷却保压时间2.0min, 活塞保压频率0.2Hz.

2 性能测试

试样的拉伸强度在Shimadzu AG-10TA万能电子拉力机上测量, 动横梁移动速度(拉伸速度)为50mm/min. 对LDPE试样拉伸断面喷金处理后, 用Hitachi X-650型扫描电镜观察断面形貌.

以0.5mm为单位从试样的不同厚度剖面上取样进行DSC测试, DSC升温速度

* 1997-05-26 收稿; 1998-03-18 修稿; 香港蒋氏工业慈善基金资助项目(基金号 RC 96105)

10℃/min.

用 D/MAX-ⅢA 型 X-射线衍射仪研究制件中晶粒及分子链取向, 测试条件为 Cu 靶, Ni 滤波, 扫描速度 4°/min, 扫描范围 5°~45°, 工作电压 40kV, 工作电流 50mA.

3 力学性能分析

LDPE 常规注射试样的拉伸强度平均为 10MPa, 实验给出振动填充注射 LDPE 的强度平均为 21MPa, 提高了 110%, 图 1 为常规及自增强 LDPE 试样的拉伸应力-应变曲线. 由图可见, 自增强 LDPE 的韧性和断裂伸长率没有明显降低, 这与 HDPE 自增强试样的性能完全不同.

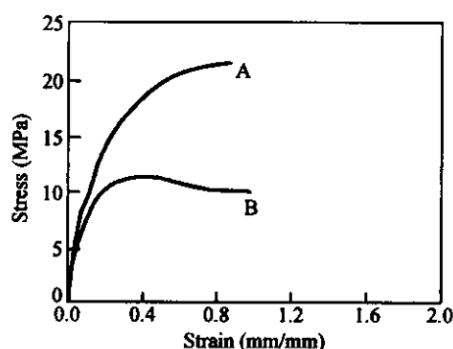


Fig. 1 Variation of the stress/strain curves for the sample prepared by oscillating and static packing
A. Oscillating packing; B. Static packing

4 拉伸断面的 SEM 分析

自增强 LDPE 拉伸断面的 SEM 照片如图 2、3 所示. 照片清楚表明试样断面呈韧性断裂形貌, 其多层结构同振动填充 HDPE 和 PP 上的特征一样明显, 这是由于在活塞振动填充作用下, 熔体在不同的剪切速率梯度下由表及里分层冻结而形成的.



Fig. 2 Central layer of fracture surface of self-reinforced LDPE



Fig. 3 Multi-layer structure of the fracture surface of self-reinforced LDPE

5 DSC 结果分析

DSC 结果研究发现(图 4),常规试件与自增强试件的熔点及熔融热基本相同,熔融峰的形状也非常接近,说明自增强试样中没有新的晶型生成,结晶度也没有明显变化.正因为如此,LDPE 在拉伸强度提高的同时,韧性和断裂伸长率没有下降.另外,自增强 LDPE 较常规 LDPE 试样更为透明,说明振动填充促进了晶粒细化.

6 X-射线衍射结果分析

由图 5、6 可见,动态自增强试样的衍射峰的强度明显增加,(110)和(200)晶面的衍射强度较常规试样大大提高.这表明自增强试样的晶粒及大分子链在动态应力场下沿流动方向高度取向.这是试样的拉伸强度提高的根本原因.同时,通过计算机分峰计算,发现二者的结晶度无明显差异,验证了 DSC 的分析结果.

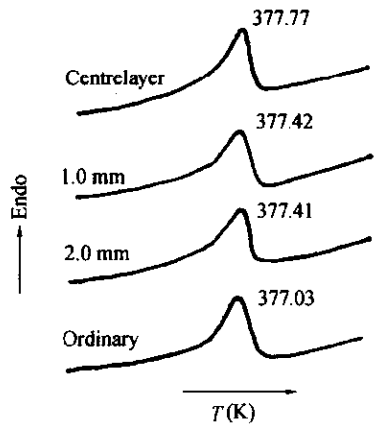


Fig. 4 DSC thermographs of ordinary and self-reinforced LDPE specimen. The distance of self-reinforced LDPE specimen from the centre layer marked above the curves

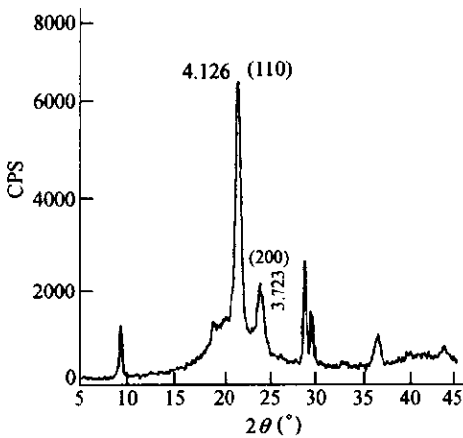


Fig. 5 X-ray scattering curve for ordinary LDPE specimen

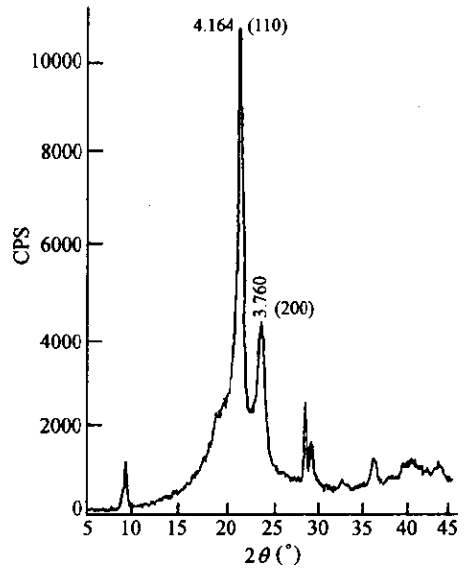


Fig. 6 X-ray scattering curve for self-reinforced specimen

采用振动填充注射成型技术可以使 LDPE 的拉伸强度大幅提高.由于没有新的晶型生成,且结晶度也未明显提高,所以 LDPE 在拉伸强度较高的同时,韧性和断裂伸长率没有明显下降,晶粒细化度显著提高,试样透明度明显提高.

REFERENCES

- 1 Guan Qing, Shen Kaizhi. Journal of Applied Polymer Science, 1995, 55: 1797~1804
- 2 Guan Qing(官 青), Shen Kaizhi(申开智). Acta Polymerica Sinica(高分子学报), 1996, (3): 378~380
- 3 Shen Kaizhi(申开智), Guan Qing(官 青). Application of Engineering Plastics(工程塑料应用), 1995, 23(1): 12~14
- 4 Wang Huimin(王惠民), Yi Xiaosu(益小苏). Synthetic Resins and Plastics(合成树脂与塑料), 1995, 12(2): 39~42

THE SELF-REINFORCEMENT OF LOW DENSITY POLYETHYLENE BY OSCILLATING PACKING INJECTION MOLDING UNDER LOW PRESSURE

ZHANG Gong, JIANG Long, SHEN Kaizhi, GUAN Qing

(Department of Plastics Engineering, Sichuan Union University, Chengdu 610065)

Abstract The self-reinforcement of low density polyethylene (LDPE) in the oscillating stress field under low pressure was studied. With the orthogonal statistical analysis method, the optimum processing parameters have been found. The tensile strength of LDPE increased from 10 MPa of ordinary products to 21 MPa of self-reinforced specimen. The DSC and X-ray investigation indicates that the enhancement of tensile strength is due to the high degree orientation of macromolecule along flow direction and the crystalline refinery. The self-reinforced LDPE is more transparent than ordinary LDPE specimen due to crystalline refinery. The specimen breaks by tensile in a ductile manner, the toughness and elongation has not decreased with the increase of tensile strength.

Key words Oscillating packing injection, Self-reinforcement, LDPE