

HDPE/OMMT 纳米复合材料挤出胀大比的影响因素研究

何智慧 马万珍

(内蒙古工业大学材料科学与工程学院, 呼和浩特 010051)

摘要 利用流变分析仪研究了高密度聚乙烯(HDPE)/有机蒙脱土(OMMT)纳米复合材料在挤出过程中的挤出胀大行为及其影响因素, 深入讨论了剪切应力、剪切速率、口模温度、口模长径比及 OMMT 用量对 HDPE/OMMT 纳米复合材料挤出胀大比 B 的影响。结果表明, B 值随着剪切应力或剪切速率的增加而增大, 并且与剪切应力近似呈线性关系; 随着口模温度的升高或长径比的增加而减小, 当口模长径比较小时, B 值受剪切应力或剪切速率的影响尤为显著; 同时 B 值随 OMMT 用量的增加而逐渐减小。

关键词 高密度聚乙烯 有机蒙脱土 挤出胀大比

聚合物熔体从挤出机口模挤出时往往表现出挤出胀大现象, 并且挤出物的外观及尺寸直接关系到制品(如管、板、棒等)的质量、尺寸精度及口模形状的设计, 因而有必要深入研究聚合物熔体的胀大行为及其机理^[1]。而挤出胀大现象又与聚合物熔体的弹性效应有关, 因此任何影响聚合物弹性(分子取向、弹性变形、正应力)的因素都可能影响聚合物挤出胀大比的大小。但是诸多研究人员都致力于研究剪切应力、剪切速率、口模温度、口模长径比等对单一聚合物或其共混物挤出胀大比的影响^[2-3]。笔者选择高密度聚乙烯(HDPE)为原料, 通过添加纳米有机蒙脱土(OMMT)来改善 HDPE 的挤出胀大比, 研究了剪切应力、剪切速率、口模温度、口模长径比及 OMMT 用量对 HDPE/OMMT 纳米复合材料挤出胀大比的影响。为今后企业挤出生产聚合物/无机粒子纳米复合材料类产品提供一定的理论依据和实践基础。

1 实验部分

1.1 主要原料

HDPE: 密度为 1.035 g/cm^3 , 辽宁盘锦乙烯有限责任公司。

OMMT: 工业级, 浙江丰虹化工有限公司。

1.2 主要设备、仪器

流变分析仪: XLY-II 型, 所配口模长径比(L/D)分别为 10、20 和 40, 口模的毛细管直径 d 固定为 1 mm, 所用口模如图 1 所示, 吉林大学科教仪器厂;

电子天平: JA2003 型, 精确度 0.001 g, 天津市天巴仪器仪表有限公司。

1.3 试样制备

HDPE/OMMT 纳米复合材料的制备过程详见文献[4]。

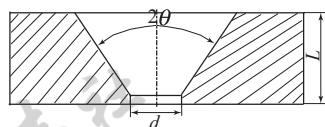


图 1 口模

1.4 测试方法

将流变分析仪的挤出口模温度分别控制在 200、220、240℃, 取不同长径比的口模, 在一定的压力下将复合材料挤出, 通过电子记录仪记录下口模温度与挤出速度。

采用定长称重法测量试样的挤出胀大比。利用流变分析仪将不同 OMMT 用量的 HDPE/OMMT 纳米复合材料挤出后, 剪切一段均匀整齐的料条, 水平放置 48 h 以上, 使其发生充分的弹性回复和松弛, 然后定长截取一段均匀整齐的料条用电子天平称其质量, 最后将已知数据代入(1)式:

$$B = \frac{400m}{\pi d^2 \rho} \quad (1)$$

式中: B ——挤出胀大比;

l ——称重料条的长度, cm;

m ——长度为 l 的挤出料条质量, g;

d ——口模直径, mm;

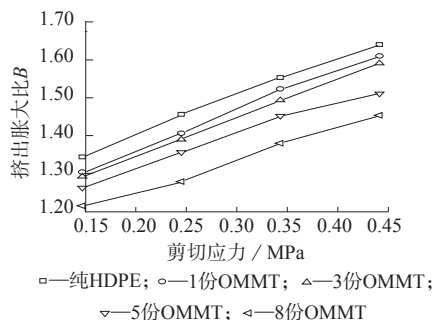
ρ ——料条密度, g/cm^3 。

在每一测量点下测量 5 个试样的 B 值, 然后取其平均值作为该测量点的 B 值。

2 结果与讨论

2.1 OMMT 用量与剪切应力对复合材料 B 值的影响

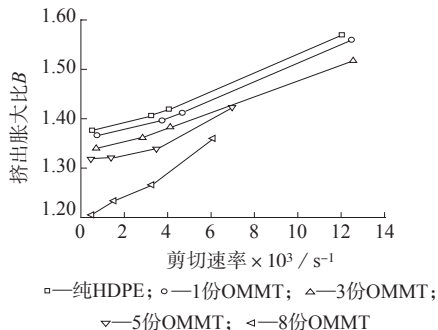
图 2 所示为 OMMT 用量与剪切应力对复合材料 B 值的影响。由图 2 可以看出, 复合材料的 B 值

图2 OMMT 用量与剪切应力对复合材料 B 值的影响

都随着剪切应力的增加而增大,且近似呈线性关系。这是因为随着剪切应力的增加,HDPE 分子链流动中的取向和变形程度增大,同时熔体在流道中的流速加快,这必然导致熔体在口模中停留时间的缩短,已经发生取向和变形的分子链没有完全松弛就被带到口模外,离模后的弹性形变增大^[5]。剪切应力越大,这种作用越强烈,从而使 B 值越大。从图 2 还可看出, B 值随 OMMT 用量的增加而减小,且在 OMMT 为 8 份时,复合材料的 B 值随剪切应力的减小而下降最快。这是因为 OMMT 降低了 HDPE 的分子间作用力,使其粘度变小,流动性变好,松弛时间变长,弹性形变量变小,故流动过程中产生的弹性形变松弛收缩较快,使得 HDPE/OMMT 复合材料的 B 值减小。

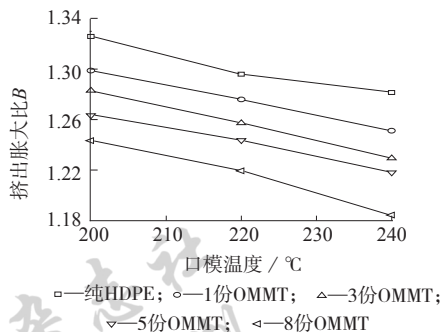
2.2 OMMT 用量与剪切速率对复合材料 B 值的影响

图 3 所示为 OMMT 用量与剪切速率对复合材料 B 值的影响。由图 3 可以看出,复合材料 B 值随着剪切速率的增加而增大。原因是剪切速率的增大使得 HDPE 熔体的入口收敛流动加剧,入口流动所产生的形变在总变形中的比例相应增大,熔体弹性形变在口模中的松弛时间缩短^[6],这样,HDPE 熔体离模后的弹性回复作用增强,导致其离模后 B 值增大。同时在相同条件下 B 值随 OMMT 用量的增加而逐渐减小。

图3 OMMT 用量与剪切速率对复合材料 B 值的影响

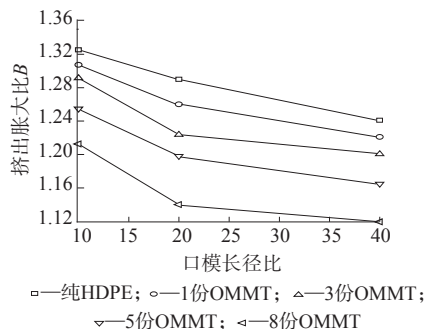
2.3 OMMT 用量与口模温度对复合材料 B 值的影响

图 4 所示为 OMMT 用量与口模温度对复合材料 B 值的影响。由图 4 可以看出,复合材料 B 值随着口模温度的升高而下降,而且近似呈线性关系。一般来说,口模温度高,材料的粘弹性就低,其 B 值就小;反之, B 值就大。同时在相同条件下 B 值随 OMMT 用量的增加而逐渐减小。

图4 OMMT 用量与口模温度对复合材料 B 值的影响

2.4 OMMT 用量与口模长径比对复合材料 B 值的影响

图 5 所示为 OMMT 用量与口模长径比对复合材料 B 值的影响。

图5 OMMT 用量与口模长径比对复合材料 B 值的影响

由图 5 可以看出,复合材料 B 值随着口模长径比 (L/D) 的增大而减小。当 L/D 小于 20 时,随着 L/D 的增大, B 值下降得很快;当 L/D 进一步增大 (大于 20) 时, B 值的下降幅度较小。这种现象是由入口效应引起的,由于入口的弹性形变在毛细管的剪切流动中会逐渐松弛,所以图 5 中的曲线会随着 L/D 的增大而变得平缓。这也说明当 L/D 很大时,复合材料的挤出胀大现象主要是由剪切流动而不是入口效应引起的。但在 L/D 很小时,产生弹性储能的入口效应是决定挤出胀大中弹性形变的很重要因素。另外,在口模长径比相同的情况下,复合材料的 B 值随 OMMT 用量的增加而逐渐减小。其中,在 OMMT 的用量为 8 份、 L/D 小于 20 时,复合材料的

B 值下降幅度最大。

3 结论

(1) HDPE/OMMT 纳米复合材料的挤出胀大比 B 值随着剪切应力或剪切速率的增加而增大, 并且与剪切应力近似呈线性关系, 同时 B 值受剪切速率或剪切应力的影响尤为显著。所以可通过有效控制剪切应力或剪切速率来减小挤出胀大比。

(2) HDPE/OMMT 纳米复合材料的挤出胀大比 B 值随着口模温度的升高或长径比的增加而下降。同时在长径比较短时, B 值随着 L/D 增大下降得很快。这一规律为成型加工中提高成型制品质量提供了一定的理论基础。

(3) HDPE/OMMT 纳米复合材料的挤出胀大比 B 值随 OMMT 用量的增加而逐渐减小。因此在聚

合物成型工艺中可以通过添加刚性纳米粒子来改变其挤出胀大比, 从而达到要求的效果。

参考文献

- [1] 梁基照. LLDPE 熔体短口型挤出中胀大行为的研究[J]. 现代塑料加工应用, 1999, 11(3): 8-10.
- [2] 梁基照. HDPE/LDPE 共混物熔体挤出胀大行为的研究[J]. 塑料, 1996, 25(1): 47-50.
- [3] Liang Jizhao. The elastic behaviour during capillary extrusion of LDPE/LLDPE blend melts[J]. Polymer Testing, 2002, 21: 69-74.
- [4] 何智慧, 马万珍, 高志生. HDPE/OMMT 纳米复合材料制备及性能研究[J]. 塑料科技, 2008, 36(6): 28-31.
- [5] 赵良知, 吴舜英. 聚合物熔体在任意长径比圆锥口模的挤出胀大现象研究[J]. 塑料, 2005, 34(4): 24-28.
- [6] 周达飞, 唐颂超. 高分子材料成型加工[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000.

THE INFLUENCING FACTORS RESEARCH OF DIE SWELL RATIO OF HDPE/OMMT NANO COMPOSITE

He Zhihui, Ma Wanzhen

(College of Materials Science and Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China)

ABSTRACT Swell behavior and influencing factors of HDPE/organic montmorillonite (OMMT) nano composite in the extrusion process were researched by using rheometer. The effect of shear stress, shear rate, die temperature, die slenderness ratio and content of OMMT on die swell ratio(B) of HDPE/OMMT nano composite were discussed profoundly. The results showed that the value of B increased with shear stress or shear rate increasing, and that was approximate linear relationship between B and shear stress. The value of B decreased with die temperature or die slenderness ratio increasing. When die slenderness ratio was smaller, the effect of shear stress or shear rate on the value of B was particularly significant. At the same time the value of B decreased with content of OMMT increasing.

KEYWORDS HDPE, OMMT, die swell ratio

Zeus 研发出高耐腐蚀的绝缘聚醚醚酮电缆

美国南卡 ORANGEBURG 消息, Zeus 公司宣布它将会扩展目前的产品目录以具有生产绝缘聚醚醚酮(PEEK)电缆的能力。Zeus 绝缘 PEEK 电缆是一种应用于苛刻环境 and 应用领域中的绝缘铜电缆。Zeus 公司目前的生产能力可制造尺寸从 6 ~40 mm 标准尺寸的产品。

Zeus 公司绝缘 PEEK 电缆可在各种温度下运行, 并具有优异的耐磨性、耐化学性和介电强度。在某些应用中, 需要极少量的清漆, 并且材料可在无小孔的情况下保持较长且连续长度。绝缘 PEEK 电缆可以各种尺寸的无定形和结晶形态存在, 并且可通过 Zeus 公司的 PEEKshrink 进行接合。典型的应用领域包括有用于马达和电绝缘中的磁铁和绕组线。绝缘 PEEK 电缆被广泛应用于石油、汽车、航空和电气工业中。"在聚合物科学和工程中拥有超过 40 年的丰富经验, Zeus 公司可为客户提供卓越的质量、服务和技术资源。此声明是建立于我们多年成功历史上, 并证明了我们致力于发展新产品以提高并改善客户应用的决心," 工程挤出部副总裁 Robert Hall 谈道。

(工程塑料网)

杜邦工程塑料为车灯连接器提供高效保障

Empire 电子公司致力于开展车灯业务, 在来自于杜邦的两种不同工程聚合物的协助下, 制造了应用于车灯并满足耐高温和持久性的 T20 插座和 2.8 串联连接器系列产品。由 Empire 电子公司制造并使用 T20 插座和连接器的车前灯线束是由来自杜邦的两种工程聚合物制造而成, 并且满足苛刻的性能要求。由 DuPont™ Zytel HTN PPA (聚酰胺酰) 制造的 T20 插座与 S8 插座相比可承受更高的温度。Empire 利用耐水解的 DuPont™ Crastin PBT 热塑性树脂模制了新型 2.8 串联连接器系列产品。

T20 插座在欧洲和日本汽车市场占据了领导地位, 并且在北美地区也得到了越来越广泛的认可。Empire 公司的 T20 产品可供应与 S8 插座相等的功率, 但是占据更小的空间, 更为紧凑。这些优势使汽车设计师们拥有更大的设计自由度和更大的潜在反射区域, 但是会导致更高的使用温度。由 Zytel HTN PPA 制造插座含有两个由低成本高效超声波焊接工艺组装的模制部件。每一个部件均进行着色以用于线束组装和安装认证。

(中国化工信息网)