

ABS 在不同入口角圆锥短口模挤出中的流变性能研究

何智慧 马万珍 高志生

(内蒙古工业大学材料科学与工程学院,呼和浩特 010051)

摘要 利用毛细管流变仪研究了(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物(ABS)在不同入口角圆锥短口模挤出中的流变性能,讨论了 ABS 熔体在长径比为 10 的不同角度圆锥口模挤出中的流变行为,并测试其非牛顿指数 n 与稠度系数 K 。结果表明,ABS 的表观粘度随剪切速率的增大而减小,并且在相同的剪切速率下,表观粘度随入口角的增大而增大,但长径比一定时,入口角大时的剪切应力要比入口角小时的剪切应力大;ABS 熔体的非牛顿指数 n 随入口角的增大而减小,而稠度系数 K 随入口角的增大而增大。

关键词 (丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物 流变性能 入口角

在聚合物挤出成型加工过程中,熔体的流变性能对设计挤出模具、优化成型工艺参数、保证挤出制件质量及正确选择挤出成型设备都有着至关重要的作用。因此,研究聚合物的流变性能是非常有实际指导意义的。笔者通过选择目前市场上具有来源广、价格较低、易于成型加工及冲击性能优良等优点的(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物(ABS)作为研究对象,研究其不同入口角圆锥短口模挤出中的流变性能,并得出了表观粘度、非牛顿指数 n 、稠度系数 K 等随入口角的变化规律。

1 实验部分

1.1 原材料

ABS: 密度为 1.035 g/cm^3 , 熔体流动速率(MFR)为 1.6 g/10 min , 北京燕山石化公司。

1.2 仪器、设备

毛细管流变仪: XLY-II 型, 吉林大学科教仪器厂;

MFR 仪: XNR-400B 型, 承德市金建检测仪器有限公司;

电子精密天平: JA2003 型, 天津市天巴仪器仪表有限公司;

电热鼓风干燥箱: DGX-9053 型, 上海福玛实验设备有限公司。

1.3 实验方法

实验前先利用 MFR 仪测定 ABS 的 MFR, 根据 MFR 确定流变仪的负荷范围。将 ABS 置于 90°C 干燥箱内干燥 4 h, 每次称取 $1.5 \sim 2 \text{ g}$, 装入已恒温的流变仪的料筒内, 压实后恒温 5 min。通过恒负荷将 ABS 从毛细管口模中挤出, 同时由电子记录仪记录下温度与挤出速度。挤出温度分别控制在 200 、 220 、 240°C , 口模入口角分别设计为 45 、 60 、 90 、 120° ,

固定口模的长径比 $L/D = 10$, 口模直径 D 为 1 mm 。

1.4 流变性能计算公式^[1-2]

剪切应力 τ_w 、剪切速率 γ_w 、表观粘度 η 的计算公式分别为:

$$\tau_w = \Delta P R / (2L) \quad (1)$$

$$\gamma_w = 4q_v / (\pi R^3) \quad (2)$$

$$\eta = \tau_w / \gamma_w = \Delta P \pi R^4 / (8q_v L) \quad (3)$$

式中: P —口模两端压力差;

L —口模长度;

R —口模半径;

q_v —体积流率。

2 结果与讨论

2.1 ABS 在不同入口角口模中的流变曲线

图 1 示出 ABS 在 $L/D = 10$ 及不同温度、入口角情况下表观粘度与剪切速率的关系曲线。由图 1 可看出, 在不同温度和不同入口角情况下, 表观粘度始终随剪切速率的增加而减小, 即出现剪切变稀现象。聚合物熔体剪切变稀效应起因于聚合物的大分子结构及其变形能力。当熔体进行流动时, 如果增大剪切速率, 无疑就是增大了熔体内的剪切应力, 于是大分子链从其聚合网络结构中解缠、伸长和滑移的运动加剧, 链段的位移相对减小, 分子间的范德华力也将逐渐减弱, 故熔体内自由空间增加, 从而在宏观上呈现出表观粘度降低^[3-4]。同时由图 1 也可以看出, 在相同的剪切速率下, 表观粘度随入口角的增大而增大。这是因为入口角越大, 入口处的压力损失就越多, 从而出现表观粘度变大的现象^[5]。

2.2 ABS 在不同入口角口模中的流动曲线

图 2 示出 ABS 在 $L/D = 10$ 及不同温度、入口角

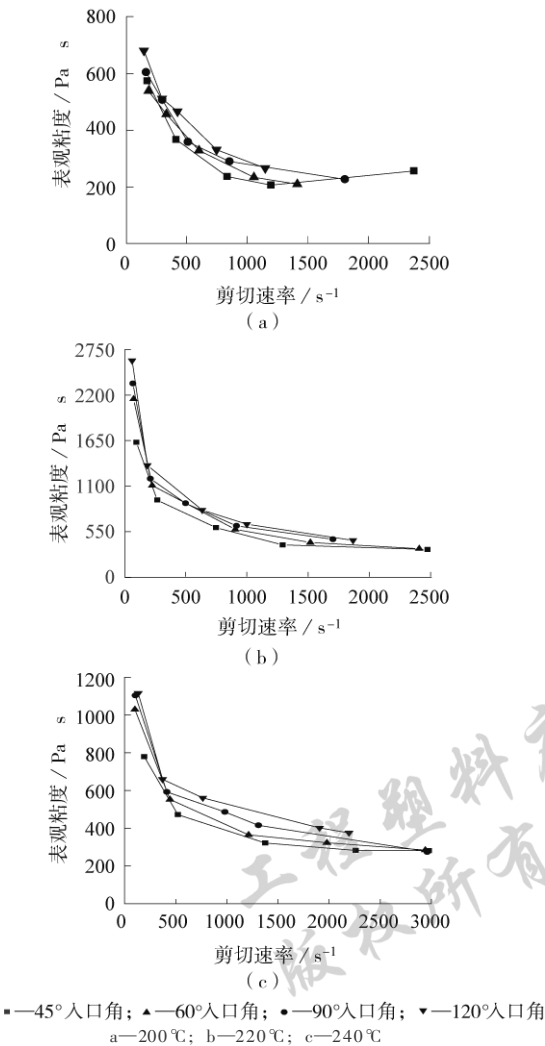


图1 ABS在不同温度、不同入口角时的流变曲线

情况下剪切应力与剪切速率的关系曲线。由图2可以看出,剪切应力与剪切速率符合幂律关系,剪切应力随剪切速率的增大而增大,表现出假塑性流体的性质。这主要是在熔融状态下的剪切作用可以破坏分子链之间的相互作用或缠结所形成的物理交联点,使分子取向,当剪切速率较小时,被破坏的交联点可部分重新建立,而剪切速率较高时,更多的被破坏的交联点来不及重建,从而导致粘度下降,剪切应力变小^[6-8]。由图2还可以看出,在相同的剪切速率下,入口角大时所对应的剪切应力也大。

2.3 ABS 的非牛顿指数 n

非牛顿指数 n 是表征非牛顿流体偏离牛顿流体性质的程度,本质上反映了表观粘度对剪切应力的敏感性。对假塑性流体来说, n 越小,其非牛顿性就越强。非牛顿指数 n 的计算公式如下:

$$\ln q_r = \frac{1}{n} \ln \Delta P + \ln \left[\frac{\pi \eta}{3n+1} \left(\frac{1}{2KL} \right)^{\frac{1}{n}} R^{\frac{3n+1}{n}} \right] \quad (4)$$

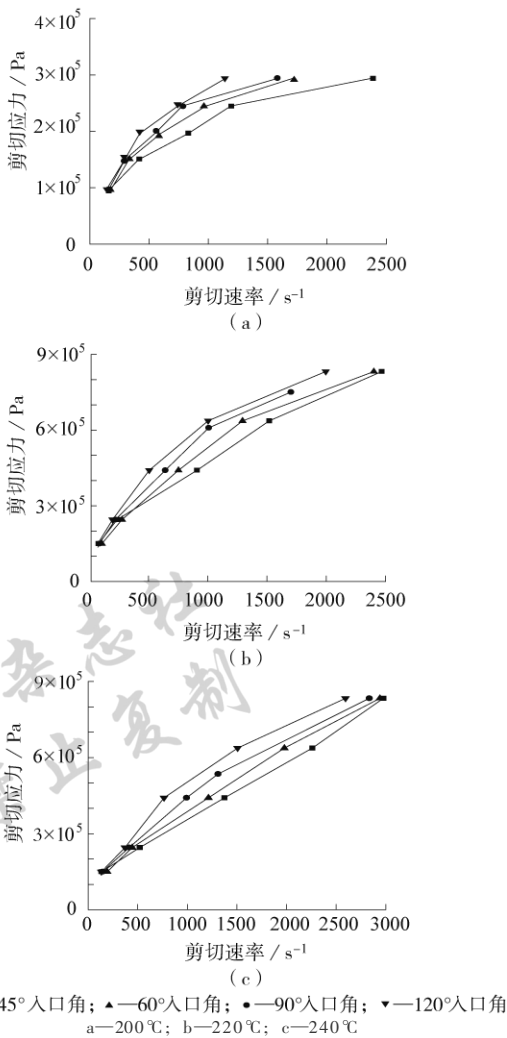


图2 ABS在不同温度、不同入口角时的流动曲线

当用毛细管流变仪测定聚合物熔体的非牛顿指数时,在已知毛细管的半径 R 后,可认为式(4)右边的第二项为常数,用毛细管流变仪通过改变压力差 (ΔP) 测得不同的体积流量 (q_r) 后,再用 $\ln q_r$ 对 $\ln \Delta P$ 作图得一直线,该直线斜率 ($1/n$) 的倒数即为非牛顿指数 n 。表1列出不同温度、不同入口角挤出时 ABS 的非牛顿指数 n 。

表1 不同温度、不同入口角下 ABS 的非牛顿指数 n

温度 / °C	入口角 / (°)			
	45	60	90	120
200	0.53	0.49	0.48	0.43
220	0.54	0.52	0.50	0.47
240	0.63	0.59	0.55	0.51

由表1可以看出,ABS的非牛顿指数 n 随温度的升高而增大,并且当温度增加到 240°C 时非牛顿指数 n 急剧上升。这表明在较低的温度下,ABS 的非牛顿性较强,同时也表明 ABS 对温度特别敏感。在同一温度下,非牛顿指数 n 随入口角的增大而减

小。

2.4 ABS 的稠度系数 K

稠度系数 K 本质上为流体粘稠的反映, K 值越大, 流体愈粘稠。稠度系数 K 可由计算得到的 n 值代入(4) 式中得到。表 2 列出不同温度、不同入口角下 ABS 的稠度系数 K 。

温度 /℃	入口角 θ (°)			
	45	60	90	120
200	7 250	8 970	9 100	13 910
220	6 630	7 700	8 460	11 310
240	5 420	6 290	6 370	6 750

由表 2 可以看出, 稠度系数 K 随温度的升高而降低, 这是因为温度升高时分子运动更加活跃, 致使熔体内部的链缠结在剪切力的作用下被破坏, 同时通过热运动而重新建立的链缠结也被剧烈的剪切作用破坏, 链缠结数量不能达到动态平衡, 其总数呈下降趋势^[9]。宏观上熔体便表现出稠度下降的趋势。另外, 稠度系数 K 随入口角的增大而增大。

3 结论

- (1) ABS 熔体的表观粘度对剪切速率的依赖性较强, 即剪切变稀现象显著。并且在相同的剪切速率下, 表观粘度随入口角的增大而增大。
- (2) ABS 熔体为典型的非牛顿流体, 其非牛顿指数 n 随温度的升高而增大, 稠度系数 K 随温度的

升高而降低。这一规律为成型加工中适当控制温度来提高其加工性奠定一定的理论基础。

(3) ABS 熔体的非牛顿指数 n 随入口角的增大而减小, 而稠度系数 K 随入口角的增大而增大。因此在聚合物成型工艺中必须考虑口模参数的合理设计。

参 考 文 献

[1] 黄虹. 塑料成型加工与模具[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.

[2] 金日光. 高聚物流变学及其在加工中的应用[M]. 北京: 化学工业出版社, 1986.

[3] 周达飞, 唐颂超. 高分子材料加工[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000.

[4] 吴智华. 高分子材料加工工程实验教程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

[5] 周彦豪. 聚合物加工流变学基础[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1988.

[6] 周特兴. 聚合物流变实验与应用[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2003.

[7] 张晗, 马万珍, 刘守纪. ABS 挤出过程中流变性能的测试[J]. 工程塑料应用, 2005, 33(12): 41 - 43.

[8] Balakrishnana S, Neelakantana N R, Nabi S D, et al. Rheological and morphological behaviour of blends of polycarbonate with unmodified andmaleic anhydride grafted ABS[J]. Polymer, 1998, 39 (3): 703 - 709.

[9] 焦剑, 雷谓媛. 高聚物结构、性能与测试[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.

STUDY ON RHEOLOGICAL BEHAVIOR OF ABS MELT IN CONICAL SHORT DIE WITH DIFFERENT ENTRANCE ANGLES EXTRUSION

He Zhihui, Ma Wanzhen, Gao Zhisheng

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

ABSTRACT Rheological properties of ABS in conical short die with different entrance angles extrusion were researched by using capillary rheometer. Rheological behavior of ABS melt in conical die with ratio of length to diameter of 10 and different entrance angles were discussed, and non-Newtonian index and consistency coefficient were tested. The results showed that apparent viscosity declined with the increase of shear rate and at the same shear rate, apparent viscosity increased with the increase of entrance angles. But when ratio of length to diameter was constant, shear rate with big entrance angles was bigger than shear rate with small entrance angles. At the same time some laws that non-Newtonian index and consistency coefficient varied with changes of the entrance angles were obtained.

KEYWORDS ABS, rheological properties, entrance angles

用于聚合物光纤的双层护套系统模塑配混料

光纤是现今通讯方面不可或缺的信息传输材料。对于工业应用而言, 光纤必须有很高的传导能力, 同时还要经济、可靠, 有时还需要阻燃。尤其是采用聚合物光纤(POF) 的系统(组件有可能长达 10 m) 可为汽车工业提供最佳的数据传输与系统价格比, 而且其易于铺设, 在弯曲半径极小的场合铺设也很方便。光纤的固定方式要适合长期使用, 并抗高拉出力, 即使在动态应力条件下也不例外。

根据这些要求, Evonik 公司高性能聚合物业务部开发了用于 POF 双层护套系统的具有良好耐化学药品性和水解稳定性的无卤阻燃 VESTAMID 模塑料。首先, 将由改性聚酰胺 12 制成的黑色内层牢固粘合在 POF 上。黑色层除了具有机械保护作用外, 由于其为黑色, 可以提高折射率, 从而避免光散射, 提高了光传输能力。其还适用于激光焊接, 可以将光学插入式连接器焊接上。与第一层不同, 第二层应当轻微地粘接在第一层上, 以便于系统的制造。(中聚网)