

挤出机各段温度对开孔型橡塑共混材料性能的影响

孙广平 贾树盛 张成义 牛艳奔

(吉林大学材料科学与工程学院, 长春 130025)

摘要 研究开孔型橡塑共混材料在不同挤出加工工艺中结构形态及力学性能的变化规律。结果表明, 挤出机的机头温度应稍高于发泡剂的分解温度, 均化段温度要设在发泡剂分解温度区的低温段, 在挤出加工工艺中, 要特别注意挤出机均化段温度及机头温度的设定, 温度设定不好会使发泡剂无法发挥作用。

关键词 挤出机 工艺 橡塑共混材料 泡孔形态结构 性能

高分子开孔型多孔材料的气泡间是相互连通的。由于开孔型多孔材料的毛细管作用, 使它具有优异的吸收和穿透性能, 因此被广泛地用作过滤、吸音和衬垫等方面的材料, 并引起生物学工程的重视, 作为崭新的过滤材料应用于医学和电子工业等领域^[1,2]。

挤出成型是开孔发泡材料的连续性生产方法, 挤出机各段温度是调节发泡质量的重要工艺参数。笔者通过开孔型橡塑共混材料的挤出成型, 研究了挤出温度对开孔型橡塑共混材料性能的影响。

1 实验部分

1.1 原材料

废旧橡胶: 粉料, 盖州市熊岳胶粉厂;
高密度聚乙烯 (HDPE): 大庆石化公司;
AC 发泡剂: 市售;
滑石粉: 长春银石超细矿粉有限公司。

1.2 仪器与设备

高速搅拌机: GRK-10 型, 阜新市热源设备厂;
单螺杆挤出机: ST-30×25B 型, 上海挤出机械厂;
扫描电子显微镜: JXA-840 型, 日本 JEOL 公司;
电子拉伸试验机: Instron1121 型, 英国 Instron 公司。

1.3 试样制备

将原材料按比例放入高速搅拌机高速搅拌 20 min, 放置冷却后, 用单螺杆挤出机挤出成型 28 mm×3.6 mm 的圆管。

1.4 测试方法

拉伸强度、断裂伸长率及拉伸弹性模量按 GB/T 1040-1992 测试, 取三个试样数据的平均值。

开孔型橡塑共混材料中微孔结构是通过水对此种材料的透过性来表征的, 即每小时每米长的样品

透过多少升的水来表示, 称为透水速率。

2 结果与讨论

2.1 机头温度对材料的泡孔形态和性能的影响

图 1 为机头温度对材料透水速率的影响。由图 1 可见, 材料的透水速率随机头温度升高而增加, 这是因为发泡剂的分解速度随温度的升高而加快, 因而泡孔数增多, 透水速率也相应地增加。机头温度为 190~205℃ 时, 材料的透水速率增加得比较平稳, 说明此时发泡剂的分解速度比较均衡, 有利于形成尺寸均匀的泡孔; 机头温度进一步提高, 材料的透水速率迅速增加, 说明发泡剂的分解速度过快, 发气量过猛, 形成的泡孔尺寸过大, 使透水速率也迅速增加。

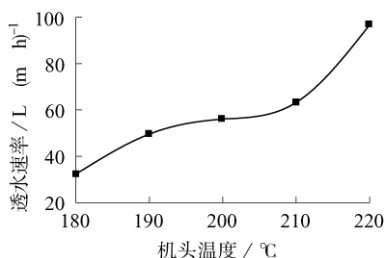


图 1 机头温度对材料透水速率的影响

图 2 为机头温度 200℃ 时材料的泡孔结构形态。由图 2 可见, 材料的泡孔结构形态比较均匀。

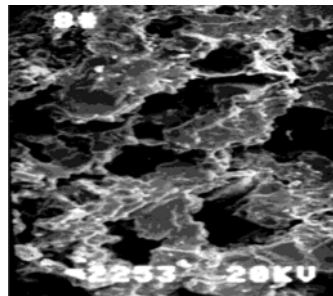


图 2 机头温度 200℃ 时的材料泡孔结构形态

图 3 为机头温度对材料拉伸强度的影响。由图

3 可见,材料的拉伸强度随机头温度升高而降低。机头温度在 190 ~205℃ 时,材料的拉伸强度降低比较缓慢,说明材料的泡孔尺寸比较均匀;机头温度进一步升高,材料的拉伸强度迅速降低,说明此时材料的泡孔尺寸过大。这是因为当试样受拉伸应力时,大的泡孔将首先成为裂纹源,导致试样拉伸强度的降低。

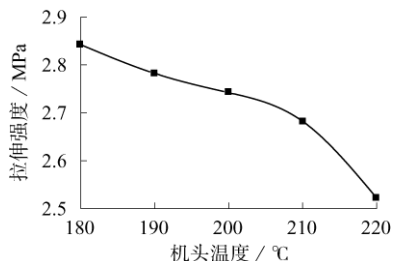


图3 机头温度对材料拉伸强度的影响

图4 为机头温度对材料断裂伸长率的影响。由图4 可见,机头温度对断裂伸长率的影响与对拉伸强度的影响相似,也呈降低趋势,这同样与泡孔大小紧密相关。机头温度升高将使泡孔体积增加,在拉伸应力作用下大尺寸的泡孔首先发生断裂,导致断裂伸长率降低。

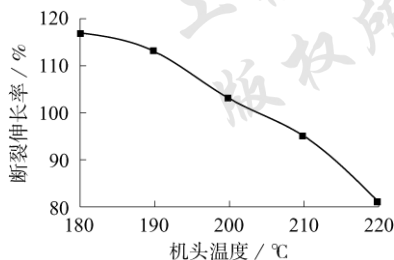


图4 机头温度对材料断裂伸长率的影响

图5 为机头温度对材料拉伸弹性模量的影响。由图5 可见,随机头温度的升高,材料的拉伸弹性模量出现极大值,极值处机头温度为 200℃ 左右。当温度较低时,拉伸弹性模量较小,并随温度升高而迅速提高,而后出现降低趋势。机头温度为 180 ~ 190℃ 时,整个橡塑共混体系的熔体流动速率较低,体系的流动性差,使得聚合物体系中各相混合不均

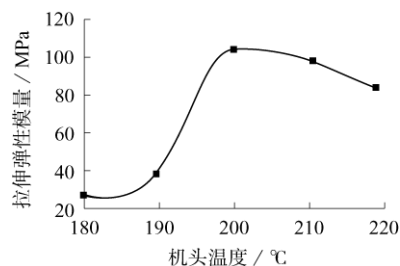


图5 机头温度对材料拉伸弹性模量的影响

匀,同时各相间的熔合质量较差,所以在该温度区,温度升高使橡塑共混体系的熔合性提高,从而使材料的刚性有所提高。当温度升高到 205℃ 左右,材料的熔体流动速率处于适合泡孔均匀成型的数值范围内,使橡塑共混体系有了良好的相容性和流动性,又不至于使体系粘度过低而导致泡孔的合并或者塌陷^[3],因而在此处材料的拉伸弹性模量达到最大值。温度继续升高,使体系粘度急剧降低,不足以抵抗形成的气泡的内压而导致泡孔的塌陷,形成大小不均匀的泡孔结构^[4]。尺寸大的泡孔处容易成为材料受力时的破坏点,从而导致材料拉伸弹性模量的降低。

综上所述,材料的泡孔尺寸大小可通过调节机头温度来实现,机头温度是决定制品的泡孔形态结构的重要因素之一^[5]。从理论上讲,泡孔的形态决定于发泡剂的发气量,但在材料成型加工过程中,可通过对机头温度的调节来控制发泡剂的发气量,从而达到控制泡孔形态的目的^[6]。通过调节机头温度即可获得制品所需的泡孔尺寸,也可实现制品性能的调节。

2.2 均化段温度对制品的泡孔形态和性能的影响

图6 为挤出机均化段温度对材料透水速率的影响。由图6 可见,透水速率先是随着均化段温度的升高而增加,当均化段温度达 190℃ 时,材料的透水速率达最大值,之后随着均化段温度的升高材料的透水速率急剧降低,甚至几乎不透水。这是由于试验所用发泡剂的分解温度约为 190 ~200℃,当挤出机均化段温度在发泡剂的分解范围内时,发泡剂分解得完全彻底,形成的泡孔多且大,因而透水速率就大。当挤出机均化段温度进一步升高时,发泡剂在均化段已经完全分解,并在压力作用下溶解在熔体中,当熔体离开口模时,由于外压降低,虽然在聚合物熔体中形成大量的过饱和气体,但因发泡剂已完全分解,分解热散失,不能在熔体中造成热点成核,也就是没有出现大量热点,因此不能形成大量气泡

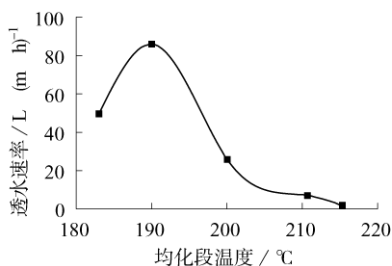


图6 挤出机均化段温度对材料透水速率的影响

核,只能得到泡孔体积和数量都小的泡孔,导致透水速率减小。因此,均化段温度不可高于发泡剂的分解温度,否则将会使发泡剂过早失去作用,但也可以通过控制均化段温度对泡孔的尺寸进行小范围调节。

图 7 为均化段温度对材料拉伸弹性模量的影响。由图 7 可见,材料的拉伸弹性模量先随着均化段温度的升高而增加,于 200℃ 时出现极大值,而后逐渐降低。这是因为温度升高使得整个体系流动性变好,使体系中各组分混合均匀,并且各相间的界面融合较好,使材料的拉伸弹性模量有所提高;到 200℃ 左右时,由于均化段温度高于发泡剂的分解温度,使发泡剂大量分解已基本失去了应有的作用,造成试样的泡孔体积小而且数量少,材料的拉伸弹性模量不再增加,达到极大值;当温度高于 200℃ 以后,体系粘度急剧降低,不足以抵抗形成的气泡的内压而导致泡孔塌陷,形成的泡孔少而且大小不均,大泡孔的存在降低了材料的拉伸弹性模量。

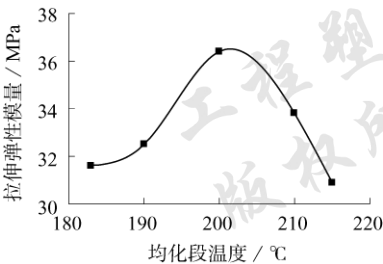


图 7 均化段温度对材料拉伸弹性模量的影响

图 8 为均化段温度对材料的拉伸强度及断裂伸长率的影响。由图 8 可见,材料的拉伸强度及断裂伸长率的变化趋势基本一致,都是随均化段温度的提高先降低而后呈上升趋势,于 190℃ 出现极小值。拉伸强度及断裂伸长率出现极小值是由于泡孔尺寸增大造成的。大尺寸的泡孔在应力作用下易形成裂纹源,导致拉伸强度和断裂伸长率降低。随均化段温度的进一步提高,体系各相的相容性变好,泡孔尺

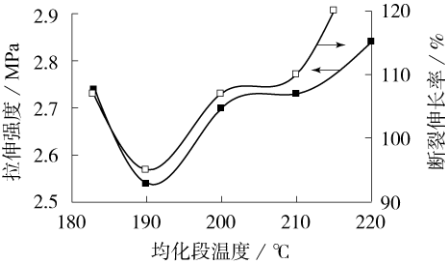


图 8 均化段温度对材料拉伸强度及断裂伸长率的影响

寸变小,提高了材料的拉伸强度及断裂伸长率。

3 结论

(1) 机头温度应稍高于发泡剂的分解温度,同时机头温度越高泡孔生长越好,并且可得到较高的刚性,但机头温度过高将使材料刚性有所降低。泡孔大小及材料刚性主要通过机头温度来控制。

(2) 均化段温度要设在发泡剂分解温度区的低温段。若温度过低则发泡剂不分解,过高则导致泡孔塌陷、破裂、气体逃逸,无法形成较多的均匀泡孔,并且会导致材料刚性降低。

(3) 在挤出加工工艺中,要特别注意挤出机均化段温度及机头温度的设定,温度设定不好会使发泡剂无法发挥作用。

参考文献

- 1 Baldwin D F, Park C B, Suh N P. A microcellular processing study of poly(ethylene terephthalate) in the amorphous and semicrystalline states, part II: cell growth and process design. Polym Eng Sci, 1996, 36(11) : 1446
- 2 吴舜英,滕建新,李及珠,等. 微孔发泡塑料动态成核机理的研究. 中国塑料, 2001, 15(2) : 42
- 3 Klempner D, Frisch K C. Handbook of Polymeric Foams and Foam Technology. Munich: Hanser Publishers, 1991.
- 4 吴其晔,徐凌秀,王新,等. 硬质聚氯乙烯低发泡挤出过程研究——配方设计与研究. 塑料, 1997, 26(6) : 36
- 5 袁家骥,彭积升. LDPE 挤出发泡生产研究. 塑料加工, 2001, 30(2) : 18
- 6 刘长维,凌绳,邵潜,等. 硬质 PVC 发泡制品的挤出工艺研究. 塑料, 1997, 26(4) : 20

EFFECT OF THE TEMPERATURE OF EVERY EXTRUDER'S ZONE ON THE PROPERTY OF THE OPEN-CELLED RUBBER/PLASTICS BLEND

Sun Guangping, Jia Shusheng, Zhang Chengyi, Niu Yanben

(College of Material Science and Engineering, Jilin University, Changchun 130025, China)

ABSTRACT The effect of the extrusion processing conditions on the structure morphology and mechanical properties of the open-celled rubber/plastics blend was studied. The results indicated that the head temperature should be a little higher than the decomposition temperature of the foaming agent, while the temperature of the extruder's homogenizing zone should be set in the lower section of the decomposition temperature of the foaming agent. Of all the processing conditions, the temperatures of the head and homogenizing zone should be given particular attention to. If their temperatures were set inappropriately, the foaming agent would not work.

KEYWORDS extruder, process, rubber/plastics blend, foam structure morphology, property