

注塑工艺及调湿处理对半芳香透明尼龙力学性能的影响^{*}

李新法 张 丽 曲良俊 赵 磊 凡艳丽 牛明军 蒋爱云 陈金周

(郑州大学材料科学与工程学院, 郑州 450052)

孙 博 孙俊卿

(平顶山华伦塑料有限公司, 平顶山 467012)

摘要 研究了模具温度、注塑压力和注射速率对半芳香(SA)透明尼龙拉伸强度、断裂伸长率、弯曲强度、弯曲弹性模量和缺口冲击强度等力学性能的影响,并对SA透明尼龙调湿处理前后的力学性能进行了比较。结果表明,当料筒温度为240~245℃,注塑压力为70~130 MPa,模具温度为40~80℃时,SA透明尼龙能顺利注塑,其力学性能随注塑压力的增大呈提高趋势,而模具温度和注射速率对其力学性能影响不太明显;经过调湿处理后,SA透明尼龙的缺口冲击强度有所提高。

关键词 透明尼龙 注塑压力 力学性能

尼龙具有力学性能高、耐热性、耐磨性和耐油性优异等优点,已广泛应用于机械、国防、化工、交通、水利等国民经济的各个领域,其生产能力和产量一直居五大工程塑料之首。但由于它还存在着透明性差、吸水性大、干态和低温下冲击强度低等缺陷,因而限制了在某些方面的应用。为此,国内外广泛开展了尼龙的改性研究,透明尼龙的研究更是受到人们的广泛关注^[1~9]。为了满足国内市场对透明尼龙的需求,郑州大学材料科学与工程学院与平顶山华伦塑料有限公司以国内廉价原料为共缩聚单体,采用多元共缩聚方法首先制备出了力学性能高、透明度好的半芳香(SA)透明尼龙^[10],并对其注塑工艺及力学性能等进行了初步研究^[11]。笔者重点就注塑工艺及调湿处理对SA透明尼龙力学性能的影响进行了比较系统的研究。这对SA透明尼龙成型工艺条件的确定、成型机械和模具的设计、制品质量的提高,以及应用范围的扩大等均具有重要的指导意义。这方面的研究尚未见文献报道。

1 实验部分

1.1 主要原料

SA透明尼龙:平顶山华伦塑料有限公司。

1.2 主要仪器和设备

全液压式精密注塑机:JPH30型,顺德市秦川恒利塑机有限公司;

微机控制电子万能试验机:CMT 6104型,深圳新三思计量技术有限公司;

悬臂梁冲击试验机:XJU-22型,河北省承德市试验机厂;

万能制样机:HY-W型,河北省承德市试验机

厂。

1.3 试样制备

将SA透明尼龙加入到注塑机的料筒中,改变料筒温度、模具温度、注塑压力和保压压力等,在不同的注塑工艺条件下分别注塑出试样,用于力学性能测试。

1.4 力学性能测试

拉伸性能按GB/T 1040-1992测试,试样标距为25 mm,拉伸速率为50 mm/min;

弯曲性能按GB/T 9341-2000测试,试样跨度为60 mm,弯曲速率为1.7 mm/min,挠度为其厚度的1.5倍;

缺口冲击强度按GB/T 1843-1996测试,试样在万能制样机上铣出“V”形缺口。

1.5 试样的调湿处理

将注塑试样分为两组,一组在20℃水中浸泡24 h,另一组在60℃的水中浸泡5 h。然后分别测试这两组试样的力学性能,比较调湿处理前后试样力学性能的变化。

2 结果与讨论

2.1 模具温度对SA透明尼龙力学性能的影响

在料筒温度、保压压力、保压时间和保压速率等一定的情况下,改变模具温度,注塑一批试样,测试其拉伸强度、断裂伸长率、弯曲强度、缺口冲击强度等力学性能,结果见表1。

由表1可以看出,当模具温度为40~80℃时,随着模具温度的升高,SA透明尼龙的拉伸强度、弯

^{*} 河南省科技攻关项目(0424270083)

收稿日期:2005-02-06

表 1 模具温度对 SA 透明尼龙力学性能的影响

项目	模具温度/℃				
	40	50	60	70	80
拉伸强度/MPa	94.4	93.3	92.2	93.5	93.6
断裂伸长率/%	193	196	197	205	206
弯曲强度/MPa	77.6	77.1	76.8	76.7	70.1
弯曲弹性模量/MPa	2358	2389	2282	2369	2239
缺口冲击强度/kJ·m ⁻²	4.1	3.4	3.8	3.9	5.1

注:料筒温度为一段 240℃,二段 245℃,三段 245℃,四段 190℃;保压压力为一段 60 MPa,二段 70 MPa;保压时间为一段 5 s,二段 10 s;保压速率为一段 30 mm/s,二段 40 mm/s;注射速率为 50 mm/s;注塑压力 114.4 MPa。

曲强度和弯曲弹性模量没有明显的变化。这可能是因为结晶度对拉伸强度和弯曲弹性模量等影响比较大,而 SA 透明尼龙属于非结晶性高聚物,模具温度不会影响其结晶度所致。

由表 1 还可以看到,随着模具温度的升高,试样的断裂伸长率有所增大,缺口冲击强度也呈现提高趋势。这主要是由于 SA 透明尼龙属于非结晶性高聚物,随着模具温度的适当提高,有利于熔体顺利充模,防止了熔体过早凝固,使高分子链有足够时间进行松弛,强迫冻结的分子链减少,内应力减小所致。

2.2 注塑压力对 SA 透明尼龙力学性能的影响

在料筒温度、保压压力、模具温度、保压时间和保压速率等一定时,改变注塑压力注塑一批试样,其力学性能测试结果见表 2。

表 2 注塑压力对 SA 透明尼龙力学性能的影响

项目	注塑压力/MPa				
	71.5	85.8	100.1	114.4	128.7
拉伸强度/MPa	95.2	92.8	92.4	93.6	92.8
断裂伸长率/%	200	199	202	206	212
弯曲强度/MPa	76.3	74.7	73.5	70.1	77.6
弯曲弹性模量/MPa	2530	2453	2345	2239	2570
缺口冲击强度/kJ·m ⁻²	3.6	4.1	4.3	5.1	5.4

注:模具温度为 80℃;其它条件同表 1。

由表 2 可以看出,在注塑压力为 70 ~130 MPa 时,随着注塑压力的升高,试样的拉伸强度、弯曲强度和弯曲弹性模量没有明显的变化,而断裂伸长率和缺口冲击强度有所提高,综合性能呈提高趋势。这主要是由于当注塑压力提高时,物料的充模速度加快,流动长度增加,模腔中注入了更多的熔体,并且能更好地熔合,使试样熔接强度提高,而且也使试样中分子链的取向度提高。

试验中发现,当注塑压力过低时,试样常会出现波纹、缺料和气泡等缺陷。这主要是由于熔体缓慢地进入模腔,紧贴模腔内壁的物料由于温度急剧下降而使粘度增大,并很快波及到流动轴心,使物料流

动通道短时间内变得狭窄,削弱了进入模腔的压力所致;当注塑压力过高时,试样常会出现表面云雾斑纹、飞边、翘曲变形和脱模困难等缺陷。

2.3 注射速率对 SA 透明尼龙力学性能的影响

在料筒温度、注塑压力、保压压力、模具温度、保压时间和保压速率固定的条件下,改变注射速率注塑一批试样,其力学性能测试结果见表 3。

表 3 注射速率对 SA 透明尼龙力学性能的影响

项目	注射速率/mm·s ⁻¹				
	50	60	70	80	90
拉伸强度/MPa	92.8	93.5	92.6	93.0	94.2
断裂伸长率/%	212	190	202	179	201
弯曲强度/MPa	77.6	77.0	77.1	76.5	75.9
弯曲弹性模量/MPa	2570	2499	2558	2448	2490
缺口冲击强度/kJ·m ⁻²	5.4	4.1	5.0	3.9	4.0

注:注塑压力 128.7 MPa,其它条件同表 2。

从表 3 可以看出,当注射速率为 50 ~90 mm/s 时,注射速率对试样的拉伸强度、断裂伸长率、弯曲强度、弯曲弹性模量和缺口冲击强度等力学性能影响不太明显,试样力学性能均较高。

由表 1、表 2 和表 3 可以看出,SA 透明尼龙在试验条件下均能较好地注塑,且其综合力学性能优良。

2.4 调湿处理对 SA 透明尼龙力学性能的影响

SA 尼龙试样经常温与高温调湿处理后,其力学性能如表 4 所示。

表 4 调湿处理对 SA 透明尼龙力学性能的影响

项目	调湿处理条件		
	高温(60℃)	常温(20℃)	未处理
拉伸强度/MPa	89.51	91.20	90.95
断裂伸长率/%	162.0	146.4	155.8
弯曲弹性模量/MPa	2530	2669	2583
缺口冲击强度/kJ·m ⁻²	4.69	4.93	4.25

由表 4 可见,经高温调湿处理后,试样的拉伸强度和弯曲弹性模量没有明显变化,但试样的断裂伸长率增大,缺口冲击强度提高;经常温调湿处理后,试样的断裂伸长率稍微有所降低,其它性能均有所提高。这说明试样经过调湿处理后,其韧性有所提高。这是因为水对尼龙具有增塑作用,从而使链段运动能力增强,制品韧性提高。而提高的幅度不是很大,是由于透明尼龙的吸水率较低,仅为 0.39%。试验结果表明,对于提高材料的力学性能,常温调湿处理比高温调湿处理的效果要好。

3 结论

(1) SA 透明尼龙具有良好的成型加工性能,在适当的成型条件下,能顺利注塑。

(2) 在一定范围内,随着注塑压力的增大,SA

透明尼龙的力学性能呈提高趋势, 而模具温度和注射速率对 SA 透明尼龙的力学性能影响不太明显。

(3) 通过调湿处理, SA 透明尼龙的缺口冲击强度有所提高, 且常温调湿处理效果好于高温调湿处理。

参考文献

- 1 彭治汉, 施祖培. 塑料工业手册. 北京: 化学工业出版社, 2001.
- 2 杨淑丽. 尼龙树脂的最新进展. 化工进展, 1990(6): 7
- 3 万丽华, 包永忠, 黄志明, 等. 共聚酰胺研究进展. 化工新型材料, 1999, 27(1): 17
- 4 《塑料工业》编辑部. 1999 - 2000 年国外塑料工业进展. 塑料工业, 2001, 29(3): 1
- 5 [日] 福本修. 聚酰胺树脂手册. 施祖培, 杨维榕, 唐立春译. 北京: 中国石化出版社, 1994
- 6 Tamura Tsutomu, Nakagawa Tomohide. Transparent polyamide molding. JP 2003192798, 2003-07-09
- 7 Norton R(Sun Res & Dev Co). Purification process for aromatic acids. US 3847977, 1974-11-12
- 8 Pfeifer Josef Dr(Ciba - Geiey AG). Transparent polyamides, process for their preparation and use in the manufacture of mouldings. EP 69067. 1983-01-05
- 9 M 菲利普, B 菲利普, 丹尼尔 卡津(阿托化学公司). Transparent polyamides, process for their manufacture. CN 1041957, 1990-05-09
- 10 曲良俊, 牛明军, 李新法, 等. 透明尼龙的研究进展. 塑料工业, 2003, 31(增刊): 16
- 11 曲良俊, 牛明军, 李新法, 等. SA 型透明尼龙的注射成型与力学性能. 塑料工业, 2004, 32(1): 23

EFFECTS OF INJECTION MOLDING PROCESS AND HYGROSCOPIC TREATMENT ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF SEMI-AROMATIC TRANSPARENT NYLON

Li Xinfu, Zhang Li, Qu Liangjun, Zhao Lei, Fan Yanli, Niu Mingjun, Jiang Aiyun, Chen Jinzhou

(Materials Engineering Institute, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China)

Sun Bo, Sun Junqing

(Pingdingshan Hualun Plastic Co. Ltd., Pingdingshan 467012, China)

ABSTRACT The effects of mold temperature, injection pressure and injection rate on tensile strength, breaking elongation, bending strength, impact strength and elastic modulus of semi-aromatic transparent nylon were studied. The mechanical properties of the material which was treated by hygroscopic treatment was compared with that of untreated material. The experiment results showed that the injection molding could be progressed favourably when the feed cylinder temperature was 230 ~245 °C, injection pressure was 70 ~120 MPa, mold temperature was 60 ~ 80 °C. With the increase of the injection pressure, the mechanical properties increased, mold temperature and injection rate had little effect on the mechanical properties of semi-aromatic transparent nylon mechanical properties. The impact strength of hygroscopic treated product increased.

KEYWORDS transparent nylon, injection pressure, mechanical properties

关于征集“2005 年中国工程塑料加工应用技术研讨会”论文的通知

各有关单位:

为推动我国工程塑料加工应用技术进步, 根据中国工程塑料工业协会的工作计划, 中国工程塑料工业协会加工应用专委会将于 2005 年秋季举办“2005 年中国工程塑料加工应用技术研讨会”。会议期间将进行技术、学术和市场信息交流, 科研成果发布, 技术转让洽谈。会议将出版一本内容丰富、印刷精美的《论文集》, 并向论文作者支付稿酬。特向国内外从事工程塑料研究、生产、加工、应用, 设备制造等工作的领导、专家、企业家、工程技术人员征集论文, 征集科研成果, 并诚邀大家踊跃参加会议。现将有关事项通知如下:

技(学)术交流及讲座内容:(1) 环境友好新材料研制;(2) 材料改性技术进展;(3) 塑料成型加工控制新技术;(4) 塑料模具设计加工新技术;(5) 工程塑料应用最新成果。

征文范围: 有关工程塑料的合成、改性、增强、增韧、共混、着色、配混、生产、加工、应用、测试、模具、加工设备、文献综述、供需市场及预测等方面的技术(学术)论文。

征集论文截至 2005 年 7 月 30 日为止。论文打印排版格式请参照《工程塑料应用》杂志,《论文集》中的优秀论文将在协会会刊《工程塑料应用》上发表。应征论文请尽快寄至或发 E-mail 至《工程塑料应用》杂志社。

会议报到时间、地点等另行通知。

联系人: 李桂珍 电话: 0531 - 5816706 - 802 5930478 - 6057 传真/电话: 0531 - 5947355

通讯地址: 山东省济南市 108 信箱杂志社 邮编: 250031 E-mail: master@engplastics.net

中国工程塑料工业协会加工应用专委会

2005 年 4 月 10 日