

文章编号:1671-6833(2004)01-0102-03

成型温度对纤维增强注塑熔接线拉伸性能的影响

杨 扬, 董斌斌, 刘春太

(郑州大学橡塑模具国家工程研究中心, 河南 郑州 450002)

摘 要: 熔接线性能不仅取决于材料性能, 而且取决于成型工艺条件, 通过对不同成型温度条件下 PA 66 (Zytel 70G33L) 熔接线强度的实验研究发现, 随着熔体温度的升高, 有熔接线和或无熔接线的试样拉伸强度都会随着温度的升高而升高; 但在没有熔接线的情况下, 拉伸强度的变化非常缓慢, 在成型温度范围内, 这种变化一般不会超过 5%, 而对于具有熔接线的试样, 这种变化接近 20%, 数值分析结果显示, 纤维的取向和不同的 Skin-Core-Skin 结构上的变化是决定熔接线强度的主要因素。

关键词: 纤维增强注塑; 熔接线; 成型温度

中图分类号: TB 332 **文献标识码:** A

0 引言

在注塑成型过程中, 当采用多浇口或型腔中存在孔洞、嵌件、以及制品厚度尺寸变化较大时, 塑料熔体在模具内会发生两个方向以上的流动, 当两股熔体相遇时, 就会在制品中形成熔接线 (Weld Line), 并且熔接线现象并非注塑成型特有, 其他的塑料成型加工中如反应注射、吹塑、压铸等也会遇到熔接线问题。

熔接线的存在不仅影响到制品的外观质量, 而且对制品的力学性能(强度和刚度)影响很大, 特别是对于多相材料, 如纤维增强材料、多相共混聚合物等的影响更为明显。同时, 成型工艺条件对熔接线的性能影响巨大, 在不同的工艺条件下, 熔接线影响区的强度可以处于 10%~90% 的原始材料强度, 因此, 近些年来, 对注塑制品熔接线的分析得到了普遍的关注, 这一方面是由于大型复杂制件的逐渐增多, 另一方面是人们对制品的外观和内在性能要求越来越高, 如何提高制品熔接线区域的性能成为研究的重点。

熔接线影响区的性质主要由熔体流动前沿的流变状态和分子聚集态结构所决定, 概括起来主要包括: 相遇流动界面处的分子缠结不充分; 由于熔体前沿“喷泉”流动引起的分子链的取向; 滞留在型腔中的空气或在充模过程中产生的挥发物来

不及排出而产生了 V 一缺口; 对于含填料增强剂的注塑制件, 由于有填料、增强剂的存在, 有的填料和增强剂与基体相互结合不好, 使在熔接处的有效接触面积减少。

从工艺条件考虑, 影响熔接线处强度的工艺参数主要包括熔体温度、模具温度、注射压力、注射速度等。由于高分子运动强烈地依赖于温度, 升高温度能加速高分子的运动和松弛过程, 加速分子扩散和缠结, 同时使材料的黏度降低, 从而使分子链有较好的缠结, 提高熔接处的强度。Malguarnera^[1] 考察了熔体温度、模具温度、注射速率、注射压力对一般商用 PS、耐冲击 PS、PP 等热塑性塑料熔接线拉伸强度的影响, 认为对于玻璃化聚合物和表现出屈服的无定型聚合物, 熔体温度和模具温度是影响熔接线拉伸屈服强度的主要因素。Selden^[2] 对 PA 6(35% 玻纤)、PPS(40% 玻纤)、PP(40% 滑石粉)、PPO 和 ABS 等五种材料在不同的: 保压压力、注射速度、熔体温度和模具温度下的进行了弯曲、拉伸和冲击测试, 发现对于不同的材料和不同的工艺条件, 冷熔接线强度的变化范围为 25%~98%, 而热熔接线强度的变化范围为 90%~100%, 甚至超过无熔接线时的强度; Titomanlio^[3]、Hccardo^[4]、发现熔接线强度对其他工艺条件非常敏感。

本文通过对不同成型温度条件下 PA 66(Zytel

收稿日期: 2003-10-08; 修订日期: 2003-11-02

基金资助: 国家“八六三”高新技术研究项目(2002AA336120); 河南省教育厅自然科学基金资助项目(2003430207)

作者简介: 杨 扬(1976-), 女, 河南省信阳市人, 郑州大学助教, 主要从事注塑成型技术研究。

70G33L) 熔接线试样的数值和实验研究, 分析了不同的成型温度对纤维增强注塑熔接线拉伸性能的影响.

1 试验部分

试验材料选择杜邦公司生产的 Zytel 70G33L (PA 66 加 33% 的玻纤), 实验模具图见图 1, 相应

的工艺条件见表 1, 试样尺寸见图 2. 注塑机采用震德塑料机械有限公司生产 CJ 80-E, 拉伸实验是在 Instron 5585 落地型全数字化控制电子万能材料试验机上进行, 实验标准采用 ASTM-D 638, 实验时的拉伸速度为 5 mm/min. 在每一个工况下采用 5 个试样.

表 1 实验工艺条件

Tab. 1 The processing conditions in experiments					
工艺参数	熔体温度/℃	模具温度/℃	注射压力/MPa	保压压力/MPa	保压时间/s
成型条件	270, 280, 290, 300	70	80	65	30

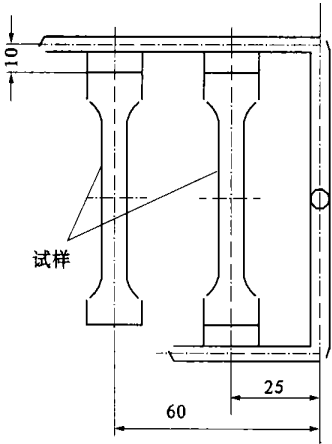


图 1 实验模具图
Fig. 1 The schematic plot of molder

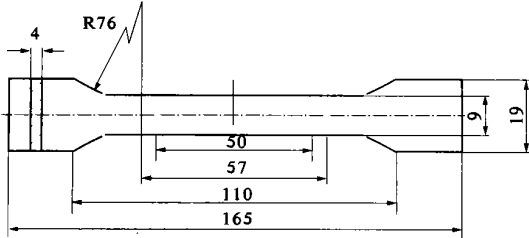


图 2 试样尺寸
Fig. 2 The dimensions of specimen

2 结果与分析

表 2 为不同熔体温度下试样拉伸强度实验结果, 其中 W 和 NW 分别表示有熔接线和无熔接线. 图 3 为它的变化曲线, 其中虚线为平均值, 散点为实验值, 可以发现, 随着熔体温度升高, 有或无熔接线的试样拉伸强度都会随着温度的升高而升高; 但在没有熔接线的情况下, 拉伸强度的变化非常缓慢, 成型温度内变化一般不会超过 5%. 但对于具有熔接线的试样, 这种变化要剧烈得多, 300 °C 时熔接线的强度要比 270 °C 时的强度提高近 20%.

究其原因, 对于纤维增强注射成型制品, 在非熔接线区域, 纤维取向是典型的表层——芯层结构, 表层纤维取向平行于流动方向, 而在芯层, 纤维取向垂直于流动方向, 芯层的比例随制品的厚度增加而增加. 而在熔接线区域, 在整个厚度方向上, 部分纤维取向平行于熔接线方向(图 4~6), 熔体温度的升高, 将加速高分子和纤维的运动和松弛过程、以及扩散和缠结, 从而使分子链有较好的缠结, 增加了纤维在熔接界面的穿越密度, 从而提高了熔接处的强度. 同时, 随着温度的提高, 会增加表层沿流动方向取向程度的增加, 进而增加熔接线的强度.

表 2 拉伸强度 σ_b 随温度变化实验结果

Tab. 2 The tensile strength varied with mldt temperature										MPa
熔体温度/℃	σ_b 样品1		σ_b 样品2		σ_b 样品3		σ_b 样品4		σ_b 样品5	
	W	NW	W	NW	W	NW	W	NW	W	NW
270	117.89	164.93	117.70	165.61	114.41	165.17	121.02	164.24	113.27	165.23
280	142.29	169.83	139.38	168.08	127.89	167.28	136.89	168.85	132.59	164.24
290	142.34	169.35	139.57	171.28	132.26	167.64	130.11	167.43	143.82	170.67
300	137.65	170.67	134.75	171.56	145.56	173.32	141.38	171.72	139.67	173.18

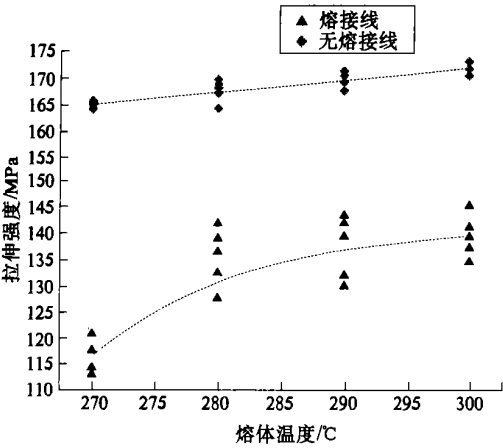


图 3 拉伸强度随熔体温度的变化

Fig.3 The tensile strength—melt temperature

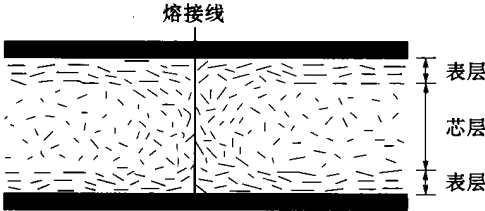


图 4 纤维增强注塑熔接线区域的纤维取向

Fig.4 Fiber distribution at the weld line area

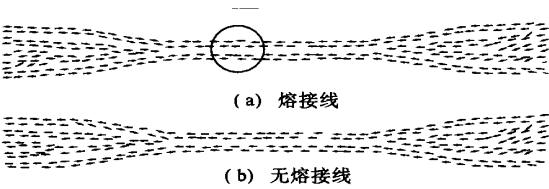


图 5 表层取向的数值模拟

Fig.5 Predicted orientation states of specimen at skin

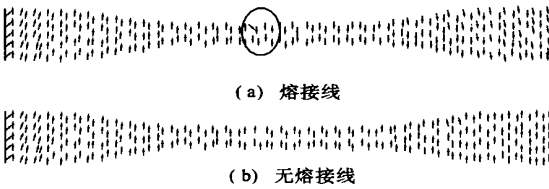


图 6 芯层取向的数值模拟

Fig.6 Predicted orientation states of specimen at core

但温度变化对熔接线拉伸强度的影响并不是线性的,当温度相对较低时(如 270℃),温度升高,熔接线的拉伸强度变化明显,但当温度升高到一定程度时,这种变化相对平缓.这是因为,当温度升高到一定程度,纤维和分子在熔接界面的穿越对温度的敏感度降低.如果定义有熔接线和无熔接线时的拉伸强度比为 F ,图 7 给出了 F 随熔体温度的变化.

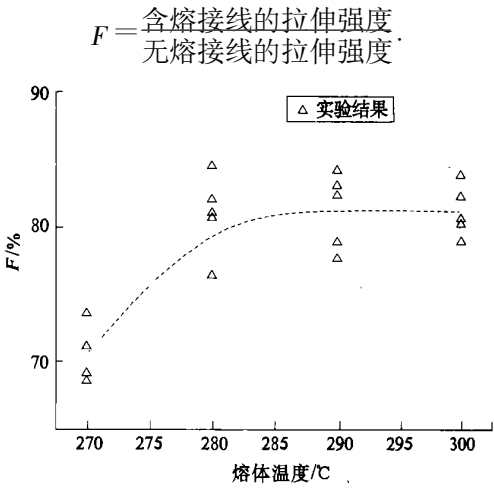


图 7 F 随熔体温度的变化

Fig.7 The F —melt temperature

3 结论

通过对不同成型温度条件下 PA66(Zytel 70G33L)在包含熔接线以及无熔接线时的拉伸强度变化的研究,可以发现:随着熔体温度的升高,有熔接线和无熔接线的试样的拉伸强度都会随着温度的升高而升高,但在没有熔接线的情况下,拉伸强度的变化非常缓慢,但对于有熔接线的试样,这种变化要剧烈得多.

提高熔体温度可以改善熔接线强度,当然这种改善是有限度的,当熔体温度升高到一定程度后,再提高熔接线熔体温度对熔接线强度的影响不大.熔接线强度的变化与纤维的取向结构、取向程度以及纤维在熔接界面的穿越程度有关.

参考文献:

[1] MALGUARNERA S C, MANSALI A. Effects of process ing parameters on the tensile properties of weld lines in injection molded thermoplastics [J]. Polymer Engineering and Science, 1981, 21(10) : 586~593.

[2] SELDEN R. Effect of processing on weld line strength in five thermoplastics [J]. Polymer Engineering and Science, 1997, 37(1) : 205~218.

[3] HICCAROLO S, RALIIS A, TITOMANLIO G. Effect of in -jection moulding conditions on knit -line formation [J]. Hastics and Rubber Processing and Applications, 1987, 8 (3) : 181~184.

[4] HICCAROLO S, SAU M. Knit -line structure in the in -jection molding of polystyrene [J]. Hastics and Rubber Processing and Applications, 1988, 10(1) : 161~164.

(下转第 108 页)

[3] 庄达民,林国华,袁修干.高速列车舱内气流分布的数值模拟[J].铁道学报,2000,22(2):26~30.

[4] 王定标,胡祥报,郭茶秀,等.大型纵流壳程换热器三维流动与传热数值模拟[J].郑州大学学报(工学版),2002,22(3):13~18.

[5] KOMORI YA T. Analysis of vehicle passenger compartment ventilation using experimental and numerical model [J]. SAE Paper , 1989,8(1):336~348.

[6] 万建武,VANDERKOOI J.长途客车中的空气品质和人体热舒适研究[J].建筑热能通风空调,1998,(3):8~11.

[7] 帕坦卡S V.传热与流体流动的数值计算[M].张政,译.北京:科学出版社,1984.

Numerical Simulation of Airflow Organizing in Air -Conditioned Rail way Passenger Cars

LU Ji -fu¹, ZHANG Li -hong², YANG Jian -zhong¹, WEI Xiao -ying¹

(1.College of Civil Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 2.College of Power Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093,China)

Abstract : Using traditional calculation method to calculate the air current in air conditioned train can not take into consideration heat load redistribution on faces of sun radiation and the result is limited .This paper applies the Monte -Carlo method in and Gebhart method in simulating the distribution of sun radiation in every wall ,and this can be boundary condition for numerical model .Carrying out the numerical simulation of airflow organizing by using double equation model as control equation .The tests show that the physical and mathematical model in numerical computation is reasonable .

Key words : air condition train ; numerical simulation ; double equation ; Monte Carlo method ; Gebhart method

(上接第 104 页)

Effects of Melting Temperature on the Tensile Properties of Weld Lines
in Short -Fiber -Reinforced Injection Molding

YANG Yang , DONG Bin -lin , LIU Chun -tai

(National Engineering Research Center for Advance Polymer Processing Technology ,Zhengzhou University ,Zhengzhou 450002,China)

Abstract : The properties of weld line are not only determined by materials , but also by processing conditions . In this paper the tensile strength of injection -molded glass fiber -reinforced PA 66 (Zytel 70G33L) with and without weld lines , with different melting temperatures , are studied with experimental and numerical methods .It shows that the strength with and without weld lines strengthens with the melt temperature elevating ,for samples without weld line ,the strength is enhanced only within about 5%, but for samples with weld line ,this varieties approximated 20%. The numerical analysis shows that the main factors that affect the strength of weld line are fiber orientation and skin -core -skin structure .

Key words : short -fiber -reinforced injection molding ; weld line ; melting temperature