

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.12.020

双物料注射成型试样界面粘接强度的测试^{*}

张志坚,陈绮丽,张婧婧,翁毓初,温权浩

(广东工业大学材料与能源学院,广州 510006)

摘要:通过不同的试样界面结构设计在拉伸机上改进粘接力测试机构,采用不同的基体材料和包覆材料进行双物料注射实验,选择不同的方法测试两界面的粘接强度情况。结果表明,从剥离强度的角度测试搭接型结构试样的粘接强度比从拉伸强度的角度测试斜面对接型、阶梯面联接型对接型等结构试样更确切;采用90°剥离强度实验测试双物料注射试样的粘接强度的方法可行。

关键词:双物料注射成型;基体材料;包覆材料;界面结构;粘接强度

中图分类号: TQ320.66

文献标识码: A

文章编号: 1001-3539(2012)12-0085-04

Interfacial Bond Strength Test of Two-Material Injection Molding Sample

Zhang Zhijian, Chen Qili, Zhang Jingjing, Weng Yuchu, Wen Quanhao

(Faculty of Materials and Energy, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract : Adhesive strength testing mechanism was improved with the tensile testing machine through the design of different sample interface structure, then varied substrate materials and cladding materials were used to do the two-material injection experiment, the interfacial bond strength of the two-materials was tested with different methods. The results showed that the interfacial bond strength testing for overlap structure sample from the aspect of peel strength was more reasonable than that for oblique, ladder or butt joint structure sample from the aspect of tensile strength. It was reasonable and reliable for testing the interfacial bond strength of the two-material injection molding sample through 90° peel strength testing method.

Keywords : two-material injection molding ; substrate material ; cladding material ; interface structure ; bond strength

以具有一定刚性的塑料作为基体材料,在其上面包覆一层热塑性弹性体的双物料产品因兼具良好的力学强度和柔软舒适的触感,从而成为汽车内饰件、家用电器、电子产品、五金工具等领域产品结构发展的一种新趋势^[1]。然而基体材料与包覆材料之间的界面粘接强度测定还没有标准的测试方法,用什么指标来表征粘接强度,也还没有标准。

笔者拟从双物料试样界面结构设计探究能正确测试双物料注射成型中基体材料和包覆材料界面粘接强度的途径。两种材料相互粘接的界面结构较多,通过设计几种常见的界面结构粘接强度测试方法,分析并比较各种结构的测试效果,最后得出最佳的一种双物料试样结构和测试方法。笔者设计了4种双物料试样界面结构,分别为斜面对接型、阶梯面联接型、对接型、搭接型。以上各种试样的制备是通过设置不同的工艺参数^[2](温度、压力、时间、速率),先用第一套模具注射成型基体材料[丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(ABS)、聚酰胺(PA)、聚丙烯(PP)],再把基体材料作为嵌件放入第二套模具中

注射成型包覆材料[热塑性弹性体(TPE)]。

1 实验部分

1.1 原材料

TPE(雾黑简称黑TPE): TE-7025B, JEA 东莞捷佳塑胶厂;

TPE(万通简称万TPE): THERMOLAST[®]K, 万通塑胶原料有限公司;

包TPE: 包PA, JEA 东莞捷佳塑胶厂;

PA6: YHF650, 岳阳东源工程塑料有限公司;

ABS: PT-0180, 广州石油化工总厂;

PP: 1120, 吉林化学工业股份有限公司;

PE: 7050, 广州石油化工总厂。

1.2 仪器及设备

注塑机: SZ-60CJ80 NC型, 震德塑料机械厂;

^{*} 广东省大学生创新实验项目—双物料注射成型界面粘结研究(11845 10113)

联系人: 陈绮丽, 副教授, 主要从事塑料注射成型工艺、塑料注射成型模具设计与制造研究工作

收稿日期: 2012-09-15

微控电子万能拉伸性能试验机:WDW3005型,长春科新试验仪器有限公司;

电热鼓风干燥箱:101-1型,上海沪南科学仪器联营厂;

Ug6.0 三维设计软件、Origin8.0 数据分析软件。

2 不同试样的结构设计

2.1 斜面对接型和阶梯面联接型结构试样

(1) 试样结构设计^[3]

为方便做粘接强度的测试实验,按照普通拉伸试样设计了双物料注射成型试样的两种结构:斜面对接型与阶梯面联接型。试样的结构设计如图1和图2所示。

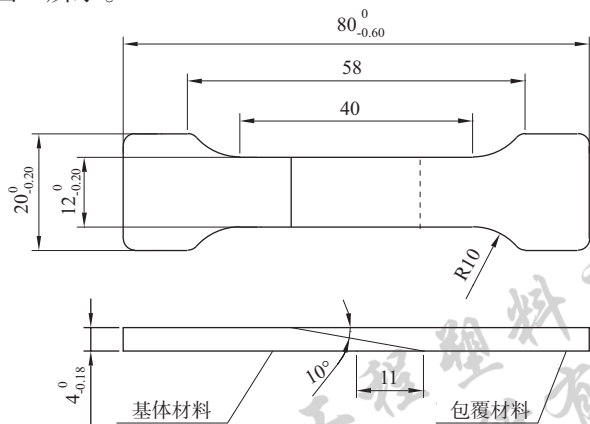


图1 斜面对接型结构试样

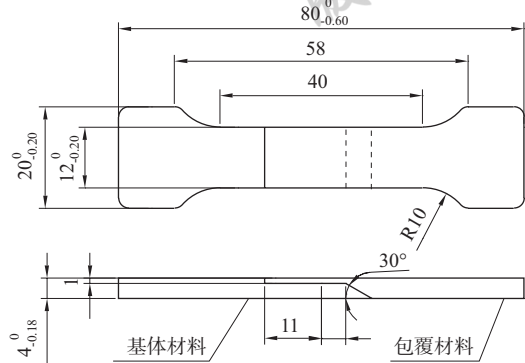


图2 阶梯面联接型结构试样

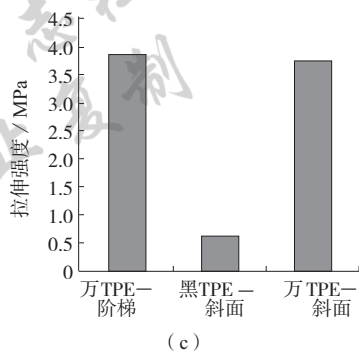
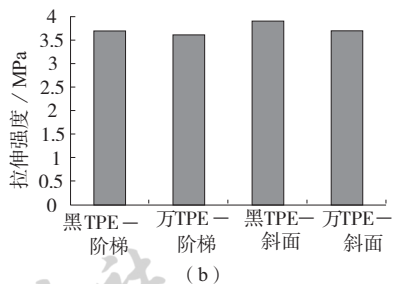
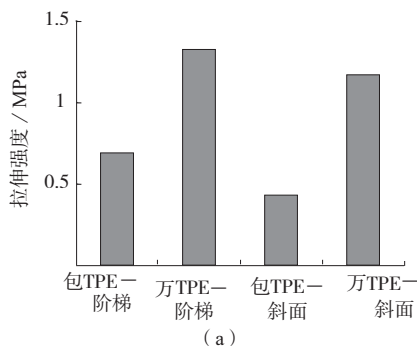
(2) 粘接强度测试

采用拉伸强度表征试样的界面粘接强度,拉伸强度按 GB/T 1040.1-2006 测试,拉伸速率为 10 mm/min。

(3) 结果与讨论

通过实验得出不同基体材料粘接不同包覆材料 TPE 的不同结构的拉伸强度,如图3所示。

由图3可知,ABS/TPE 注射试样和 PP/TPE



a—ABS; b—PA6; c—PP

图3 不同基体材料粘接不同包覆材料 TPE 的不同结构的拉伸强度
注射试样的阶梯联接型结构均比斜面对接型结构粘接性要好,只有 PA6/TPE 注射试样的阶梯联接型结构比斜面对接型结构粘接性略差一点。拉伸测试结果表明,由于斜面型结构试样在拉伸时粘接界面与拉伸方向成一个锐角,而阶梯面联接型结构试样大部分的粘接界面与拉伸方向平行,两界面相剥离的方向与拉伸方向不相同,所测试出的界面粘接力是拉伸方向的力,不是剥离方向的力。所以用这2种结构测出的粘接强度和真实的粘接情况都有偏差,不能很好地反应两界面粘接强度的实际大小。

2.2 对接型结构试样

(1) 试样结构设计

根据国家标准拉伸试样和塑料力学性能的测试标准^[3],参考胶粘剂对接接头拉伸强度的测定^[4],设计了一种对接型结构粘接的试样如图4所示。

(2) 粘接强度测试

用拉伸强度表征试样的界面粘接强度,拉伸强

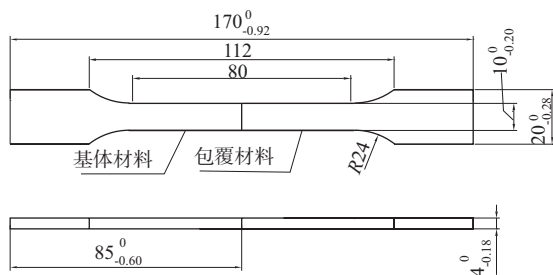


图4 对接型结构试样

度按 GB/T 1040.1-2006 测试,拉伸速率为 10 mm/min,测试出不同基体材料和包覆材料(PP/TPE, PE/TPE, ABS/TPE, PA/TPE)对接的拉伸强度。

(3) 结果与讨论

对以上试样进行拉伸试验,得到相应的拉伸强度,如图5所示。

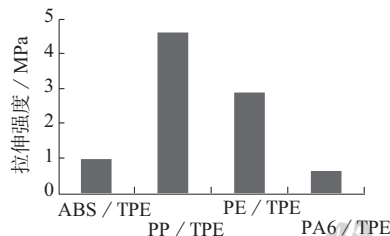


图5 对接型试样不同基体的拉伸强度比较

由图5可知,基体材料PP, PE和TPE粘接强度明显大于ABS, PA6和TPE的粘接强度,PP和TPE之间的粘接强度最大,PA6和TPE之间的粘接强度最小。在拉伸的过程中,对接型结构试样的基体材料与包覆材料粘接面与拉伸方向垂直,两界面相剥离的方向与受力方向相同,两界面在相剥离时是整个粘接面在受力。这种结构能真实地反应双物料注射成型试样整个界面粘接面同时受力情况。但由于界面的粘接强度与界面的面积大小有关,不同的长宽比,其粘接强度不同,所以也不能准确表征界面粘接强度。

2.3 搭接型结构试样

(1) 试样结构设计

根据胶粘剂剥离强度^[5]的标准和包覆成型试样的剥离强度测试^[6],其测试试验示意图如图6所示,其下面一层作为基体材料,上面一层为TPE包覆材料,由此所设计的搭接型结构试样如图7所示。

用这种结构试样测试其粘接强度时,利用专门的夹具使包覆材料TPE与基体材料保持90°进行拉伸测试,拉伸的过程是一种线受力过程,当拉伸的力大于包覆材料与基体材料线粘接力时就会剥离。

(2) 粘接强度测试

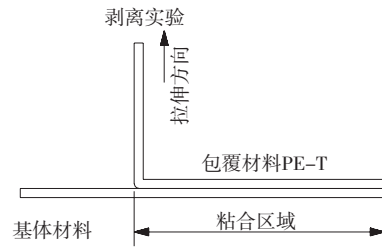


图6 剥离强度粘接试验示意图

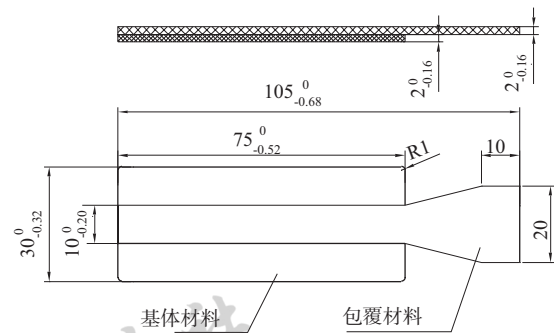


图7 搭接型结构试样

参考胶粘剂90°剥离强度试验方法设计了专门的夹具^[7]。实验时,包覆材料TPE沿试样粘接平面保持90°方向从刚性基体材料上剥离,同时试样随着剥离的进行在横向做直线运动。为了使试样做横向直线运动,夹具上安装了直线导轨滑块,且使用了转轴进行限位,使包覆材料TPE保持90°剥离。

粘接强度用平均剥离强度表示,在微控电子万能拉伸性能试验机上进行,拉伸速率为20 mm/min,测试出不同基体材料和包覆材料(PP/TPE, ABS/TPE, PA6/TPE)的粘接强度。在粘接强度测试的过程中,所设计的夹具基本符合90°剥离强度实验的要求,包覆材料TPE沿着试样粘接平面能保持90°方向从刚性基体材料上剥离。粘接强度的实际测试图如图8所示。

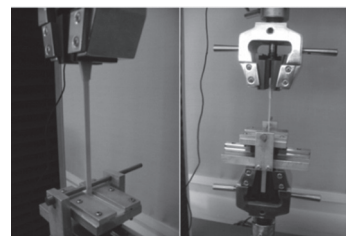


图8 粘接强度实际测试图

(3) 结果与讨论

图9为部分试样的剥离曲线。由于各粘接点之间存在一定的间隙,在粘接胶粒比较集中的部位,需克服较大的力才能剥离,在剥开过程中力一直呈增大趋势,表现在剥离曲线上就是曲线一直呈上升趋势。

势,直到将其剥开,进入粘接胶粒比较少的间隙处,力才开始减小,即曲线又从上升的高处开始下降,这样形成一个“峰”;当下降曲线又遇到胶粒分布较密的部位时,又需加大力才能将其剥开,此时曲线从下降的低处上升,形成一个“谷”。因而实测的剥离曲线由许多“峰”和“谷”组成。从图9曲线可以看出,剥离曲线是一条波动很大的曲线,并且曲线上各峰值分布比较随机,这样的数据如果单凭取几个点来反映比较片面。由于曲线和横坐标所围成的面积正是拉伸所做的功,这样只要在有效长度上求出面积就可以求出平均剥离强度。一般采用求积仪法,如图10所示,面积 S 由Origin软件积分可以得到,有效长度 L 一般取剥离曲线上去掉第一个峰值后到最后一个峰值前的距离,其值不小于25 mm。平均剥离强度由面积除以有效长度可以得到。

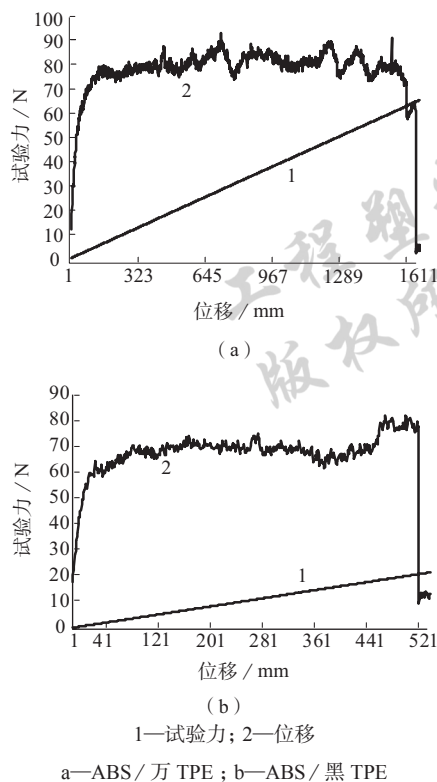


图9 部分试样剥离曲线

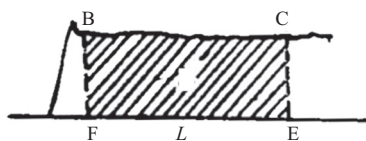


图10 有效长度示意图

取每组3个试样进行剥离测试,根据上述方法算出平均剥离强度,根据剥离试验结果,得到不同的TPE(万通、雾黑)粘接不同基体材料(PP, ABS,

PA)的剥离强度如图11所示。

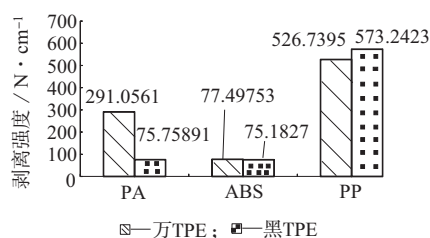


图11 各组试样剥离强度比较

通过剥离实验过程观察发现,在2种粘接材料相剥离的过程中,最先剥离是从一端开始的,然后粘接开口处被缓慢连续地撕开,到最后包覆材料TPE完全被剥离。也就是说搭接型结构双物料注射试样在剥离时不是整个粘合面同时受力,而是在粘合的一端一排胶粒集中受力,剥离过程是一种线受力过程。该剥离实验的前提条件是材料的拉伸强度大于剥离强度,否则剥离就无法进行。这种搭接型结构双物料注射试样的粘接强度测试真实地反应了日常生活中双物料产品粘接界面剥离的过程。

3 结论

通过不同的试样界面结构设计,在拉伸机上改进粘接强度测试机构,采用不同基体材料(PP, PE, ABS和PA6)和包覆材料(TPE)进行双物料注射实验,选择不同方法测试两界面的粘接力情况。表明,从剥离强度的角度去测试搭接型结构试样的粘接强度比从拉伸强度的角度去测试斜面对接型、阶梯面联接型、对接型等结构试样更确切;采用90°剥离强度实验测试双物料注射试样粘接强度的方法可行。

参考文献

- [1] 许荣鹏. 热塑性弹性体在包覆成型方面的应用[J]. 上海化工, 2007, 32(8): 27-30.
- [2] 田学军. 注塑过程分析及工艺参数设定[J]. 机械工程师, 2005(8): 109-111.
- [3] GB/T 1040.1-2006, 塑料拉伸性能的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [4] GB/T 6329-1996, 胶粘剂对接接头拉伸强度的测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996.
- [5] GB/T 2791-1995, 胶粘剂剥离剥离强度试验方法[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995.
- [6] Venkataswamy K, Varma R, Ripple W. Overmolding of thermoplastic elastomers: engineered solutions for consumer product differentiation [R/OL]. Division, GLS Corporation. 2007: 9-12[2007-07-19]. <http://www.industrycortex.com/datasheets/profile/252459138>.
- [7] 梁峻山. 一种新的测试剥离强度的夹具和方法[D]. 长沙: 中国人民解放军国防科学技术大学, 1986.