

加工条件对 PP/芳纶复合材料横向拉伸性能的影响^{*}

储长流 李 龙 张茂林

(西安工程科技学院, 西安 710048)

摘要 对单向聚丙烯/芳纶纤维复合材料的横向拉伸性能进行了研究, 讨论了压制时间、成型温度、成型压力, 以及芳纶纤维的体积含量等对复合材料体系横向拉伸强度的影响。结果发现, 随着压制时间、成型温度的增加, 复合材料体系的横向拉伸强度提高; 随成型压力的提高, 复合材料的横向拉伸强度先升后降。此外, 复合材料的横向拉伸强度随着芳纶纤维体积含量的增加而大幅度降低。

关键词 加工条件 单向聚丙烯/芳纶复合材料 横向拉伸强度

热塑性复合材料突出的特点是韧性高、耐冲击性能好、预浸料稳定、无存储时间限制及特殊的存放要求、制造周期短、生产过程无化学反应、吸湿率低(一般低于 1%)、湿态性能好、可重复加工及回收利用, 因此其应用领域不断扩大, 已由汽车工业发展到航天航空、建筑业、体育器材、化工防腐、家具制造、电子电器等领域, 被称为 21 世纪的绿色工业材料。但是热塑性树脂粘性大、成型困难, 为此人们开始研究用纤维混合方法进行热塑性复合材料成型加工^[1~3]。笔者对用纤维混合方法加工而成的聚丙烯(PP)/芳纶复合材料的横向拉伸性能进行了研究。

1 实验部分

1.1 原材料

PP 纤维: T30S, 上海石化合成纤维研究所;

芳纶无捻长丝纱: Twaron100(SM), 荷兰阿克苏公司。

1.2 仪器设备

平板硫化机: XLB-D/Q450×450 型, 0.5 MN, 上海轻工机械股份有限公司;

拉伸试验机: YG026A 型, 常州第二机械厂;

扫描电子显微镜(SEM): JSM-5800 型, 日本电子株式会社。

1.3 复合材料的制作及成型

以芳纶无捻长丝纱为经纱, PP 纤维为纬纱, 织成平纹组织的热塑性预制件, 采用不同的成型工艺参数, 在硫化机上加热加压, 使 PP 纤维熔融流动, 浸渍芳纶无捻长丝纱, 然后冷却成型制成复合材料。

1.4 性能测试

复合材料的横向拉伸强度按照 GB/T 3354-1982 测试。

将试样的横向拉伸断口表面喷金, 利用 SEM 进行观察并拍照。

2 结果分析

2.1 压制时间的影响

图 1 为压制时间对复合材料横向拉伸强度的影响(成型压力为 5 MPa)。

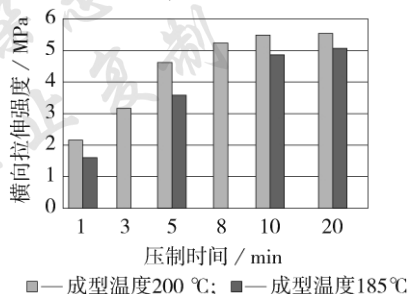


图 1 压制时间对复合材料横向拉伸强度的影响

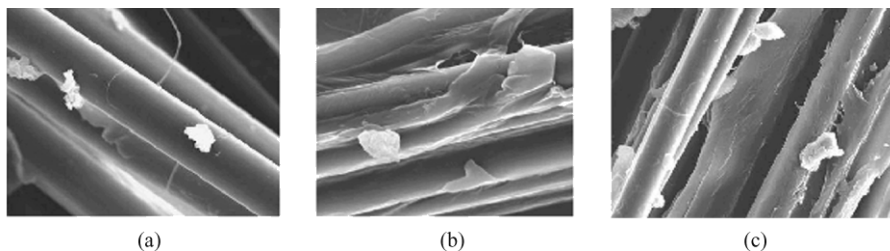
由图 1 可见, 在不同成型温度下 PP/芳纶复合材料横向拉伸强度均随着压制时间的增加而不断提高, 但提高速度趋向平缓。当压制时间由 1 min 增加到 10 min, 复合材料的横向拉伸强度均相应提高了近 4 MPa, 当压制时间进一步增加到 20 min 时, 横向拉伸强度的变化幅度较小, 只是略有提高。

单向复合材料的横向拉伸强度主要取决于基体性能、基体在增强材料内的浸渍情况, 以及基体与增强剂二者之间的界面粘结程度。压制时间对 PP 熔体在芳纶长丝束内的流动浸渍有较大影响。压制时间太短, PP 熔体来不及流动浸渍芳纶长丝束, 浸渍效果差; 延长压制时间, 浸渍效果提高; PP 熔体充分浸渍芳纶纤维后, 再延长压制时间, 对浸渍效果的提高并不明显。

图 2 是热压成型温度为 200℃ 时 PP/芳纶复合材料的 SEM 照片。

^{*} 教育部高等学校骨干教师项目(3020); 陕西省教育厅专项基金项目(02KJ169)

收稿日期: 2002-10-18



a—压制时间为 1 min; b—压制时间为 10 min; c—压制时间为 20 min

图 2 PP/芳纶复合材料横向断裂 SEM 照片

从图 2 b 可看出,压制时间为 10 min 的 PP/芳纶复合材料的横向拉伸断口处粘有许多 PP 基体,而图 2 a 中断口处未见 PP 基体。这说明压制时间为 10 min 的 PP/芳纶复合材料的浸渍效果明显好于压制时间只有 1 min 的浸渍效果。比较图 2 c 和图 2 b 可以看出,压制时间延长到 20 min 时,浸渍效果没有明显的变化。

2.2 成型温度的影响

图 3 为成型温度对复合材料横向拉伸强度的影响(成型压力为 5 MPa)。

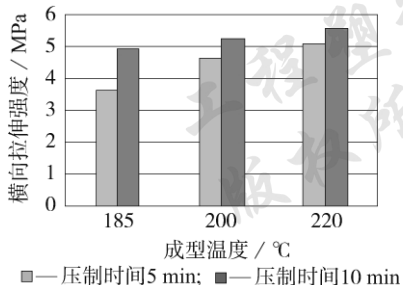


图 3 成型温度对复合材料横向拉伸强度的影响

从图 3 可以看出,随着成型温度的升高,PP/芳纶复合材料的横向拉伸强度有不同程度的提高。

当温度升高到粘流温度以上,分子运动的能量增大,并且熔体的自由体积也增大,链段的活动能力增加,分子的相互作用减弱,使高聚物的流动性能增大,熔体粘度随着温度升高呈指数下降。PP 在其熔点温度附近粘度大,其流动剪切性能差,对芳纶长丝束的浸渍困难。当成型温度由 185 °C 增加到 220 °C 时,粘度减小,有利于 PP 熔体在芳纶长丝束内的流动和浸渍,改善了浸渍效果,提高了 PP 与芳纶之间的界面性能,故而 PP/芳纶复合材料的横向拉伸强度随着成型温度的升高而提高。但是成型温度也不能过高,因为成型温度过高,加速了 PP 本身的氧化,引起大分子主链的断裂,发生降解,复合材料性能将会受到影响。

2.3 成型压力的影响

图 4 为成型压力对复合材料横向拉伸强度的影

响。

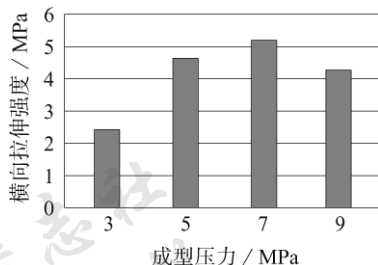


图 4 成型压力对复合材料横向拉伸强度的影响

从图 4 可以看出,随着成型压力的增加,PP/芳纶复合材料的横向拉伸强度呈现先提高后降低的趋势,具体的表现为:当成型压力由 3 MPa 增加到 7 MPa 时,PP/芳纶复合材料的横向拉伸强度增加 3 MPa,当成型压力由 7 MPa 进一步增加到 9 MPa 后,其横向拉伸强度降低了近 1 MPa。

成型压力是 PP 熔体流动浸渍芳纶长丝束的动力,它对芳纶长丝束的流动浸渍效果的影响作用有二个方面:一方面适当增加成型压力,有利于 PP 熔体的流动,使其在芳纶长丝束内的流动速度加快,提高了浸渍效果;另一方面,当成型压力偏大时,将会把芳纶长丝束压紧,使得芳纶长丝之间的空隙减小,又增加了 PP 熔体浸渍芳纶长丝束的难度。二个方面共同作用的结果,导致当成型压力进一步增加时,PP/芳纶复合材料的横向拉伸强度反而降低。

2.4 芳纶纤维含量的影响

图 5 为芳纶纤维体积含量对复合材料的横向拉伸强度的影响。

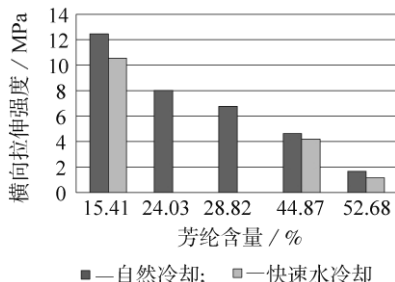


图 5 芳纶纤维体积含量对复合材料横向拉伸强度的影响

从图 5 可以看出,随着芳纶纤维含量的不断增加,PP/芳纶复合材料的横向拉伸强度迅速降低。

对于单向复合材料来说,其横向拉伸强度受到增强纤维含量的影响显著。虽然芳纶纤维体积含量的提高,有利于减少 PP/芳纶复合材料的表观变形量,提高了复合材料的刚度,但随着芳纶纤维体积含量的提高,PP 在芳纶长丝束间的流动浸渍程度也受到极大限制,对浸渍效果产生了极为不利的影响,同时也加剧了 PP 基体内部应力分布的不均匀状况,这些都将显著降低 PP/芳纶复合材料的横向拉伸强度,导致随着芳纶纤维体积含量的增加,PP/芳纶复合材料的横向拉伸强度大幅度降低。

3 结论

(1) 单向 PP/芳纶复合材料的横向拉伸强度随着压制时间的增加而相应提高,当压制时间增加到

一定程度后,横向拉伸强度的变化不大。

(2) 单向 PP/芳纶复合材料的横向拉伸强度随着成型温度的升高而提高。

(3) 适当增加成型压力,单向 PP/芳纶复合材料的横向拉伸强度提高,但压力过高不利于聚丙烯熔体在芳纶纤维长丝束间的浸渍,使得横向拉伸强度降低。

(4) 随着芳纶纤维体积含量的不断增加,单向 PP/芳纶复合材料的横向拉伸强度大幅度降低。

参考文献

- 1 黄家康,岳红军,董永祺. 复合材料成型技术. 北京:化学工业出版社,1999.
- 2 李龙. 纤维集合体结构对混纤型复合材料性能的影响. 宇航材料工艺,2001(3):36
- 3 Li Long, Wang Shanyuan, Yu Jianyong. Mechanical properties of commingled yarn composites. SAMPE J, 1997(6):29

EFFECTS OF PROCESS CONDITIONS ON THE TRANSVERSE TENSILE PROPERTIES OF PP/KEVLAR COMPOSITES

Chu Changliu, Li Long, Zhang Maolin

(Xi'an University of Engineering Science and Technology, Xi'an 710048, China)

ABSTRACT The transverse tensile properties of unidirectional PP/kevlar commingled yarn composites were investigated. The effects of different process conditions(such as impregnating time, molding temperature and pressure) and volume content of kevlar on the transverse tensile strength of the composites were discussed. It's discovered that transverse tensile strength is improved with the increase of time, temperature and pressure, larger pressure makes the transverse tensile strength decreased, the transverse tensile strength decreases with the increase of volume content of kevlar.

KEYWORDS process condition, unidirectional PP/kevlar composite, transverse tensile strength

武汉大学成功研发可食可降解塑料包装膜

武汉大学继 2000 年研制出魔芋可降解塑料包装膜以来,今年又将可降解塑料包装膜的原材料延伸到玉米、马铃薯,使该系列可降解塑料包装膜又增加了新品种。

该新型可降解塑料包装膜以玉米、马铃薯为原料,其拉伸强度、柔韧性和透明度等特性与普通塑料膜相同,其造价与普通塑料膜相差不大,并且可食用、可降解,对保护环境及降低白色污染有显著效果。

由于普通塑料包装膜使用丢弃后,不能降解,破坏生态环境,造成白色污染,未来可生物降解塑料包装膜是发展方向。

(武大)

工程塑料市场供不应求

近年来我国对工程塑料的需求量有较大幅度增长。工程塑料在国内市场供不应求,产业快速增长,成为化工行业新的经济增长点。工程塑料项目是被专家看好的化工项目之一。

工程塑料包括尼龙、聚碳酸酯、聚甲醛、改性聚苯醚、热塑性聚酯等,需求量增长很快,年均增长率达到 25%,部分

产品的增长率高达 36%。

我国工程塑料产业已经初具规模,部分生产装置达到万吨级生产规模,年产量达到 15 万 t,有些产品质量达到或接近国外同类产品水平,并出口到部分国家和地区。

但工程塑料在我国还刚刚起步,生产装置规模偏小,生产品种单一,产品质量参差不齐,生产能力和现有的产量远远不能满足国内市场需求,是世界上最大的工程塑料进口国。在工程塑料中,国内热塑性聚酯产量可满足 70% 的市场需求,聚碳酸酯只能满足 2.5%,而改性聚苯醚几乎全部依赖进口。

近年来,世界著名的跨国化工公司看好我国的工程塑料市场,在我国建立起工程塑料的独资、合资企业,抢占市场。有专家指出,国内企业应抓紧工程塑料的研制和开发,以占领国内工程塑料市场。

(中化)

住友公司扩产 PMMA

住友化学公司计划在 2003 年 5 月份对其设在爱媛县的生产装置进行检修,检修后将会把 PMMA 生产能力增加 1.3 万 t/a,使这套装置的生产能力提高到 4.5 万 t/a。(中化)