

可控制纤维取向的长玻纤增强塑料管材挤出机头

孙利民 申长雨 杨云珍

(郑州大学橡塑模具国家工程研究中心, 郑州 450002)

摘要 介绍笔者发明的两个关于长玻纤在线挤出增强管材机头的专利, 描述了这两个机头的结构特点和工作原理, 其特征为, 机头可安装在现有通用的挤出机上, 使用普通的聚合物粒料, 在粒料塑化熔融后在线混入一定长度的玻纤, 能使熔体分子和玻纤沿所挤出圆形管材的管壁螺旋取向。

关键词 长玻纤增强 塑料管材 挤出机头 在线复配 取向控制

塑料管材在管道工程中应用非常广泛。但现在生产和销售的一般硬质 PVC 或 PE 管材的力学性能不能满足工程需要, 其主要缺点就是管材的周向抗拉力比较弱, 不能承受内部大的压力, 不能应用在高层建筑和高压输液、输气管道上。其原因有二: 一是结构原因, 像管材类的薄壁容器, 在内压作用下, 它的周向应力是轴向应力的 2 倍; 二是工艺原因, 现在安装在塑料挤出机上的挤出机头都是直接依靠挤出机头入口和出口之间的压力差将熔体从机头挤出, 在机头内聚合物熔体以直线剪切流动直到冷却, 造成聚合物分子基本上都是沿管材轴向取向。根据《塑料模具手册》等资料可知, 塑料板材沿分子取向方向的强度是垂直于分子取向方向强度的 2 ~3 倍。管材壁就成了因分子取向不同而力学性能也不同的各向异性材料。这样, 从理论上计算现在使用的管材力学性能仅是材料力学性能的 1/6 ~1/4。一方面造成管材力学性能低下, 另一方面又造成材料资源的浪费。

1 研究进展

为了解决上述问题, 关注聚合物成型过程的研究人员和工程技术人员进行了长期的探索和试验, 取得了可喜的成果, 但距利用普通聚合物粒料方便地挤出高强度管材还有很大距离。蒋龙等^[1]在芯棒旋转式口模挤出玻纤增强 PP 管的研究中, 利用旋转芯棒口模控制玻纤取向, 成功地挤出了周向自增强的 HDPE 管, 但采用的是短玻纤增强, 成本增加不少, 而管壁强度仍不能达到替代镀锌钢管的要求。潘家多^[2]曾介绍在给排水管道工程中推广应用玻纤增强热固性树脂管, 此种管材中玻纤多层连续周向缠绕, 管壁强度能满足工程要求。另外还有铝塑复合管, 该复合管材是由中间层纵焊铝管与内外层 PE 塑料通过热熔胶高温高压共挤复合而成的 5 层复合管材, 中间铝合金层是管材的骨架。该种管材

具有节能、改善居住环境、提高建筑功能与质量、降低建筑自重和方便施工等优越性。铝塑复合管目前主要用于室内冷热水供应。玻璃钢夹砂管是采用不饱和聚酯树脂、玻纤、石英砂 3 种主要原料经缠绕或离心浇铸固化而成, 其管壁由外表面树脂保护层、内增强层、中间结构层和内衬层组成, 可用于压力或重力水输送系统, 尤其适于用作大口径城市给水排水管道。钢塑复合管可分为两大类, 一类是挤出成型的钢骨架钢塑复合管; 另一类是采用喷涂法、内衬法等生产的钢塑复合管。此种管材兼有钢管的力学强度高和塑料管的耐腐蚀等优点, 主要用于城市供水和室内给水管道。但是这些管材由于工艺复杂、生产周期长、成本偏高, 在一般民用给水工程中还没有普及。

2 长玻纤在线挤出增强管材挤出机头

综上所述, 设计一种新型挤出机头, 安装在现有通用的挤出机上, 使用普通的聚合物粒料, 在其塑化熔融后在线混入一定长度的玻纤, 使熔体分子和玻纤沿所挤出圆形管材的管壁螺旋取向, 以生产出强度更高的管材, 满足工程实际的需要, 则成为业内研究的主要目标。

要达到此目标, 需攻克的难题有两个: 一是长玻纤的在线复配(即不使用含玻纤粒料, 而是在聚合物粒料熔融后在线加入), 并使玻纤与熔体均匀混合, 这样既降低了成本, 又避免玻纤在熔融挤出过程中折断和磨损螺杆与料筒; 二是在管材成型过程中进行长玻纤取向控制, 使得玻纤沿管壁螺旋取向, 最大程度地利用玻纤的拉伸性能, 这就必须使聚合物熔体形成环空螺旋流。经长期研究, 笔者设计了两种管材挤出机头(口模), 并分别申报了国家专利: 一是长玻纤螺旋在线复配圆形塑料管材挤出机

头”^[3];二是“芯棒旋转式长玻纤在线复配圆形塑料管材挤出机头”^[4]。前者已通过国家知识产权局的专利审查,后者正在审查之中。

2.1 长玻纤螺旋在线复配圆形塑料管材挤出机头^[3]

长玻纤螺旋在线复配圆形塑料管材挤出机头的特征是,将其安装在各种通用塑料挤出机上,可将玻璃粗纱连续裁切成一定长度的玻纤,并输入到机头内的熔体腔中,使玻纤与聚合物熔体相混合,然后使混合熔体绕管材芯棒轴线螺旋流动。

长玻纤螺旋在线复配圆形塑料管材挤出机头的结构简图见图 1。

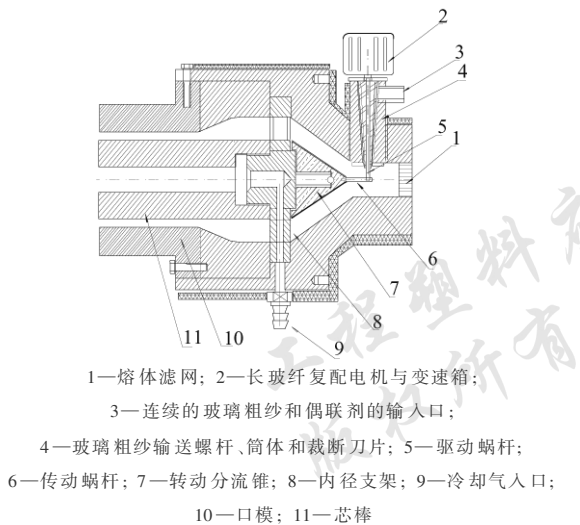


图 1 长玻纤螺旋在线复配圆形塑料管材挤出机头的结构简图

这种挤出机头具有常规直通式管材挤出机头的各个部件,增加的装置和改进的部件有以下几点:

(1) 玻璃粗纱的输入、裁断装置 由长玻纤复配电机与变速箱 2、连续玻璃粗纱和偶联剂的输入口 3,以及玻璃粗纱输送螺杆、筒体和裁断刀片 4 组成。其功能是把玻璃粗纱连续不断地输入、加热并裁切成一定长度的玻纤。

(2) 长玻纤与熔体的混合与分布装置 由驱动蜗杆 5、传动蜗杆 6 和转动的分流锥 7 组成。在熔体压力和分流锥转动的作用下,熔体进行螺旋拖拽流动,把玻纤均匀分布在熔体之中,形成含有玻纤的混合熔体。

(3) 使混合熔体绕芯棒轴线螺旋流动装置 它是把原来的内径支架的支撑肋片由原来的与芯棒轴心的平行向设计成螺旋方向,使混合熔体绕管材芯棒轴线螺旋流动。

(4) 玻纤在成型管材表面不显露装置 在口模

10 内和芯棒 11 外相对应分别沿其周向设置一突出圆弧,弧的高度是管材壁厚的 1/6 左右,使混合熔体成型为管材后,因流道高度的突变,把玻纤挤入管壁内部,使表面不显露玻纤。

长玻纤螺旋在线复配圆形塑料管材挤出机头的工作原理为:由塑料挤出机挤出的聚合物熔体通过滤网 1 进入机头的熔体腔,同时在电机 2 的带动下,连续玻璃粗纱和偶联剂通过输入口 3 进入玻纤输入和裁断装置,由螺杆 4 完成对玻璃粗纱的裁断并输送到机头熔体腔内,再由固定在螺杆顶端的驱动蜗杆 5 传动固定在可转动的分流锥 7 上的传动蜗杆 6,使裁断后的玻纤被聚合物熔体浸润并分散到聚合物熔体之中,经过分流锥 7,纤塑混合熔体在经过支架 8 时将熔体的流动方向由轴向改变为绕轴螺旋向,在口模 10 和芯棒 11 之间成型为圆形管材形状,并把管材表面显露的玻纤挤入内层,经过冷却,最后获得聚合物分子和玻纤一起沿管壁螺旋取向的高强度管材。

2.2 芯棒旋转式长玻纤在线复配圆形塑料管材挤出机头^[4]

芯棒旋转式长玻纤在线复配圆形塑料管材挤出机头的特征是,将其安装在各种通用塑料挤出机上,可将一定长度经偶联剂处理过的玻纤输入到机头内的熔体腔中,并使玻纤与聚合物熔体相混合,然后使混合熔体绕管材芯棒轴线螺旋流动。

芯棒旋转式长玻纤在线复配圆形塑料管材挤出机头的结构简图见图 2。

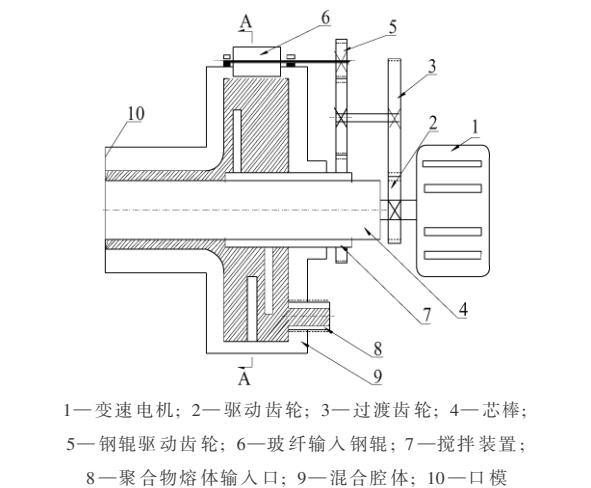


图 2 芯棒旋转式长玻纤在线复配圆形塑料管材挤出机头的结构简图

这种挤出机头具有常规芯棒旋转式管材挤出机头的各个部件,增加和改进的部件有以下几点:

(1) 长玻纤的输入装置 该装置由两个相切的钢辊6和钢辊驱动齿轮5组成。其中,主动辊轴与驱动齿轮轴为一体,由两个支座固定在混合腔体9上,两个相切的钢辊之间的间隙由位于动钢辊两端支座内的弹簧控制。

(2) 长玻纤与熔体的混合与分布装置 该装置由一钢制圆筒形混合腔体9与搅拌装置7组成。其中混合腔体9一端面的中心孔与搅拌装置7的轴光滑接触,另一孔螺纹联接聚合物熔体输入口8;另一端面的中心孔与管材口模10螺纹联接,其侧壁内圆环中心线相隔120°均匀固定3根圆柱销钉;搅拌装置7为一空心圆轴,其内壁与芯棒4光滑接触,一端在混合腔体9外固定一齿轮与过渡齿轮3啮合;另一端在混合腔体9内沿径向固定两组销钉,每组3根,每根间的夹角为120°,两组间的距离稍大于固定在混合腔体9壁上销钉的直径。

芯棒旋转式长玻纤在线复配圆形塑料管材挤出机头的工作原理为:由塑料挤出机挤出的聚合物熔体通过聚合物熔体输入口8进入机头的混合腔体9,同时电机1带动过渡齿轮3和钢辊驱动齿轮5;经过偶联剂处理的玻纤被2个相切的钢辊6挤入混合腔体9,在混合腔体9中由搅拌装置7的旋转使玻纤在聚合物熔体中被浸润并分散,形成纤塑熔体;在熔体压力作用下纤塑熔体被挤入口模10和芯棒4间的间隙内;在芯棒4的旋转带动下熔体从外壁到内壁的流动方向逐渐由沿芯棒轴向改变为绕芯棒螺旋向,并在口模10和芯棒4之间成型为圆形管材形状,经过冷却,最后获得聚合物分子和玻纤一起沿管壁螺旋取向的高强度管材。

3 玻纤取向分析

由于长玻纤的长度是3~5 mm,悬浮于聚合物熔体之中,玻纤经偶联剂处理后与熔体结合很好,纤维的长度小于管材壁厚度,熔体流动为剪切流动,因此可以认为玻纤的取向与熔体流动偏应力张量场相同。因熔体粘度较大,雷诺数小,故熔体挤出流动为层流。现在希望所挤出的管材中玻纤沿管材周向取向,只要玻纤与聚合物的混合熔体在口模内形成螺旋流即可。

另外,液体流动一般有两种形式^[5,6]:一种是泊稷叶(Poiseuille)流动,它是在流体上施加外来压力而产生速度场,体系边界常是刚性和静止不动的;另一种是库特(Couette)流动,它使体系边界的运动产生流动场,受液流粘性作用使得运动着的边界拽引着流体随它一起运动。而螺旋流中液体质点的运动轨迹可视为一条环绕轴线的螺旋线,上述这两种流动实际上还可看作是螺旋流动的特殊形式。螺旋流动与其它流动一样,有层流与紊流之分。层流螺旋流中流体的层与层间作相对滑动运动,宏观上并不掺混碰撞,流体质点只是沿环绕圆管轴线作螺旋线运动;紊流螺旋流中流体互为滑动的液层相互掺混碰撞,流体质点的运动轨迹并不规则,但总的运动依然是绕圆管轴线作螺旋线运动。

螺旋流在工业方面的应用范围极广,其常规产生方法有三种,即切向进流、安装导流片及旋转管道。“芯棒旋转式长玻纤在线复配圆形塑料管材挤出机头”属于安装导流片的泊稷叶流动,而“长玻纤螺旋在线复配圆形塑料管材挤出机头”,则属于旋转管道的库特流动与泊稷叶流动的合成运动。

4 结语

利用普通聚合物粒料制造高强度管材,是广大从事聚合物成型加工专业技术人员长期探索的目标。笔者发明的两个专利就是利用物理的方法,充分发挥材料的性能,制造复合材料管材,保证其强度和其它性能满足生产实际需要的研究成果。

参考文献

- 1 蒋龙,申开智.芯棒旋转式口模挤出玻纤增强聚丙烯管的研究.高分子材料科学与工程,1998,14(3):133
- 2 潘家多.在给排水管道工程中推广应用玻璃纤维增强热固性树脂管.特种结构,1998,15(1):19
- 3 孙利民,申长雨,陈静波,等.长玻纤螺旋在线复配圆形塑料管材挤出机头.中国专利,02243495.X.2004-02-04
- 4 孙利民,申长雨,李倩.芯棒旋转式长玻纤在线复配圆形塑料管材挤出机头.中国专利,03246298.O.2004-03-05
- 5 沈崇棠,刘鹤年.非牛顿流体力学及其应用.北京:高等教育出版社,1989.
- 6 韩洪升,魏兆胜,崔海清.石油工程非牛顿流体力学.哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1993.116

THE DIE FOR LONG GLASS FIBER REINFORCED PLASTIC PIPE EXTRUSION WITH GLASS FIBER TROPISM CONTROLLED

Sun Limin, Shen Changyu, Yang Yunzhen

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

ABSTRACT Two patents of die are introduced, which are put use into the online extrusion of long glass fiber reinforced pipes. The design feature and operating principle of the two dies are described. The dies can be installed on the general extruder, general polymer granule is used in the extrusion processing, after the polymer granule melting, glass fiber in a length is mixed with plastic melt mass online, and the dies can made the melt molecule and glass fiber helical orientation along the tube wall of the extrusion circular pipe.

KEYWORDS long glass fiber reinforced, plastic pipe, extrusion die, online mixed, tropism control

PMMA 供应紧张殃及下游产业

2004 年以来, 塑料玩具的重要原料之一——聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)树脂供应趋于紧张,而这主要是受世界甲基丙烯酸甲酯(MMA)单体供应短缺的影响。

目前,在玩具(如游戏机)、文具及其它采用透明树脂物品的需求继续坚挺的同时,LCD 核心元件——光导板对 PM-MA 树脂的需求量也有较大的增长,此外中国用作商品宣传广告的 PMMA 树脂需求量也在快速增长,世界 PMMA 市场(其中尤以亚洲市场为最)一片欣欣向荣。鉴于此,PMMA 树脂生产商将继续以高开工率运转,但却受到 MMA 短缺的困扰。

据统计,2003 年世界 MMA 单体市场销售量约为 225 万 t,其中在亚洲的销售量超过 80.0 万 t.,约占全球市

场销售量的 35.6%。业内人士预计,亚洲 MMA 市场 2004 年将以近 2 位数字的高速度持续增长,从而推动全球 MMA 市场的发展。全球 MMA 市场将以年均约 4% 的速率持续增长到 2007 年以前,其需求量平均每年将增加约 10 万 t。为了适应 PMMA 市场增长的需求,一些 MMA 生产公司纷纷计划新建或扩建生产能力。但在 2006 年住友化学、三菱人造丝和 Lucite 三家新建装置未投产之前,亚洲 MMA 市场供应仍很可能继续紧张,从而导致 PMMA 市场供应持续吃紧。

在未来的一段时间内,如果有些装置因事故停产,无疑会使 MMA 市场继续出现供应短缺,从而导致 PMMA 的供应更为紧张。至此,塑料玩具产业发达的泉州市百家塑料玩具企业正积极寻找对策应对目前 PMMA 原料紧缺的局面。

(中化)

欢迎订阅《工程塑料应用》和《化学分析计量》
邮发代号 24-42, 24-138 全国各地邮局均可订阅

欢迎读者直接通过邮局或银行汇款向《工程塑料应用》杂志社办理《工程塑料应用》和《化学分析计量》的订阅手续,请注明订阅期刊名称、收件人、邮编及地址。

《工程塑料应用》,国内外公开发行的全国性塑料专业技术类刊物,月刊,大 16 开本,每月 10 日出版。本刊为中文核心期刊,是中国工程塑料工业协会会刊,荣获首届、第二届国家期刊奖等 19 项国家、省部委级优秀期刊奖,入选美国化学文摘(CA)千种表。2004 年定价 7 元/期,全年 84 元。1986 年以来的期刊价目见表 1。欢迎读者来函(附名片)免费索取样刊。

邮局汇款:
收款单位: 山东省济南市 108 信箱杂志社
邮编: 250031 传真: (0531) 5816706-808 5947355
电话: (0531) 5816706-805, 802, 801 5947355

银行汇款:
户 名: 中国兵器工业第五三研究所
开户银行: 济南市工商银行八一分理处
帐 号: 1602001209014424079

表 1 《工程塑料应用》单册期刊、合订本价格表

年 份	期 数	每册单价 / 元	全年定价 / 元	合订本 / 元
1986 ~1989	16	0.825	13.2	23
1990 ~1992	12	1.4	16.8	27
1993、1994	10	2.4	24	34
1995	6	2.8	16.8	27
1996	6	4	24	34
1997	6	5	30	40
1998	12	3.5	42	52
1999	12	4	48	58
2000	12	5	60	70
2001	12	5.5	66	82(两本)
2002	12	6	72	88(两本)
2003	12	6.5	78	94(两本)
2004	12	7	84	100(两本)
合 计	140		574.8	600(优惠)

《化学分析计量》,国内外公开发行的全国性分析、计量专业技术类刊物,双月刊,大 16 开本,单月 20 日出版。本刊荣获多項部委级优秀期刊奖,被美国化学文摘(CA)收录。2004 年定价 7 元/期,全年 42 元。创刊号以来的期刊价目见表 2。欢迎读者来函(附名片)免费索取样刊。

表 2 《化学分析计量》单册期刊、合订本价格表

年 份	期 数	每册单价 / 元	全年定价 / 元	合订本 / 元
创刊号 ~1998	9	4	36	46
1999	4	3.5	14	68
2000	4	5	20	
2001	6	4	24	
2002	6	5	30	76
2003	6	6	36	
2004	6	7	42	
合 计	41		202	190